



DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 國際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,

(57) 要約: 位置決め装置と搬送ロボットとを具える半導体製造装置における設備立ち上げの際の各ポートでの基準位置教示および定常生産工程での位置決めを自動化して生産性を高めるべく、本発明では、ウエハ等の円盤状物47の円周と検出手段の軌跡43とが交わる2点W1, W2を検出し、この2点とこれらを結ぶ線分の垂直二等分線42上の特定点Oと円盤状物の半径rとを用いて円盤状物の中心位置Aを算出する。これにより搬送ロボットに位置決め作業をさせることができ、その結果を用いて搬送経路の修正ばかりでなく設備立ち上げの際の基準位置教示も自動化することができた。切り欠き部がある場合は、円盤状物の円周を検出手段の2本の軌跡で検出し、正しい中心位置を見いだす。また半径未知の円盤状物の円周を検出手段の3本の軌跡で検出して半径を求ることで、直径の異なるウエハを用いる混合生産も可能となった。

明細書

円盤状物の基準位置自動教示方法、自動位置決め方法および自動搬送方法並びに、それらの方法を使用する円盤状物の基準位置自動教示装置、自動位置決め方装置、自動搬送装置および、半導体自動製造設備

発明の詳細な説明

発明の属する技術分野

本発明は、半導体ウエハ等の円盤状物を複数場所間で移送する等取り扱う際に必ず行う必要がある、その取扱装置の位置を含む基準座標系における円盤状物の位置の基準となる基準位置の自動教示のための方法および装置に関するとともに、その教示における中心位置の求め方を用いた自動位置決め方法および装置と、その位置決めを利用して搬送軌道を自動修正する搬送方法および装置とに関し、さらに、それらの装置を利用する半導体自動製造設備にも関するものである。

従来の技術

図1および図2に示すように、一般に半導体製造設備1は、半導体ウエハ等が棚段上に収納されているカセット6から各種多様な処理チャンバ7の搬送口であるロードロック室8へ、またそのロードロック室8から処理チャンバ7へとウエハを搬送ロット4で搬送する又は搬送装置2を有している。この搬送ロット4は、図3に示すように、ウエハ等を載置又は固定する保持部14を持つとともに屈伸、旋回および昇降動作することができる搬送アーム12を備えており、搬送ロット4の各軸の動作は制御部11により制御されている。制御部11は、搬送ロット4の位置座標を含む基準座標系における搬送の手順、経路および搬送位置の座標情報を記憶し、それを基に搬送ロット4の各軸へと動作命令を出す。これにより搬送ロット4はウエハ13等の円盤状物を所定の搬送位置へと自動的に搬送することができ、そのためには制御部11は、上記基準座標系での

前記各種機器やウエハの位置座標をそれぞれ認識しておく必要がある。

図26は、半導体製造設備1の立ち上げ時に原点座標を定めるための、図25に示す従来の搬送装置2における教示（ティーチング）工程のフローチャートの一部を示す。ここにおける「教示」とは、搬送ロボット4と、カセット6、ロードロック室8との間、必要ならば別途設ける位置決め装置10等との間でウエハ13等を受け渡しするための基準位置を決定するための作業である。

例えば、カセット6に収納されているウエハ13等の円盤状物をロードロック室8へ搬送する工程に関して教示を行う場合、先ずステップS1で設計上の搬送ロボット4の仮位置情報（初期値）を制御部11に入力し、次いでステップS2により、基準位置としての、設計図面に基づいたカセット6との受け渡し位置へと、搬送ロボット4の保持部14を少しづつ手動操作（マニュアル）で移動させる。ただし、円盤状物はカセット6内の棚段の正常位置に載置されたままで、保持部14に固定されていない状態である。

次いでステップS3で、図3に示すように、保持部14上に案内治具20を取り付け、円盤状物の載置位置と設計図上の保持位置とが完全に一致しているか否かを目視により確認する。ずれている場合はステップS4で、搬送ロボットを少しづつ手動操作で旋回、屈伸、昇降動作させて、保持部14の位置を適正な位置に修正し、続くステップS5で、ステップS4で得た位置情報を制御部11に伝達して初期位置情報を更新する。

ステップS3での確認でずれが無い場合は、ステップS6で、保持した円盤状物をロードロック室8との受け渡し位置へ搬送し、次いでステップS7で、円盤状物の搬送位置が設計図面通りであるかを目視で確認する。実際の搬送位置にずれがある場合はステップS4へ戻ってステップS5へと進む。ずれない場合、一連の教示は終了する。

以下、搬送ロボット4に関しては位置決め装置10や他のカセット6、各ロードロック室8との間、また真空ロボット31に関しては各ロードロック室8や各

処理チャンバ7等の他のポートとの間について、同様にステップS1からステップS7の手順に従って一つ一つ基準位置の教示作業を行っている。

また、従来の生産工程中における、その都度の円盤状物の位置決めは、図25に示す如き位置決め装置（専用機）10を用いて行っている。図25に示す搬送装置2においては、搬送中のウエハ13の軌道がカセット6や各出入口の縁と干渉するのを防止するために、搬送ロボット4とは別途の円盤回転式位置決め装置10にウエハ13を一旦引き渡して正常位置に位置決めした後、再び搬送ロボット4がウエハ13を受け取って目的場所へ搬送するのが通常である。

特公平7-27953号公報では、上記受け渡し工程を省略して生産性向上を図るために、ウエハを保持したまま搬送ロボットの搬送アームを動作させ、図27に示すような、各々発光部9aと受光部9bとを持ち光束9cでウエハ13を検出する3個のセンサ9が取り付けられた門型位置決め装置を通過させて、ウエハの中心位置を算出する方法を提案している。この方法では、ウエハの基準保持位置は予め教示してあり、教示位置と前記の門型位置決め装置で検出したウエハ中心位置との偏移量から保持部14の軌道を修正し、他の機器と干渉することなく目的場所に搬送する。これによって位置決め装置10に対する引き渡しと受け取りに要する時間が短縮され、上記方法は生産性の向上に寄与した。

発明が解決しようとする課題

しかしながら、先に述べた従来の教示作業は、図26のフローチャートに示すように、搬送ロボット4が関与する全ての機器との間で、案内治具20を用いて黙認しながら試行錯誤を繰り返し基準位置を設定するという、全手動方式のもので、非常に労力を要する方法である。これは熟練した技術者による緊張した作業の連続であるため、図25に示す搬送装置のみで、丸一日或いはそれ以上の時間が必要であった。

また、生産中における円盤状物の位置決め用として、前述のように図27に示す特公平7-275953号公報記載の門型位置決め装置が提案されているが、

ここでも初期の教示は前記従来の方法を用いるため、設備立ち上げに要する労力には何ら変わりはない。しかも、門を通過させる装置であるため各ロードロック室や各処理チャンバの入り口ごとに1台設置しなければならないという問題があり、またこの装置はウエハ等円盤状被検物の直径以上に大きな装置であるため投資額が大きくなるという問題があった。さらに、円盤状物を前記門型位置決め装置に挿入する前には位置決め工程がないため、円盤状物がこの装置に衝突しないように予め前述のような手間がかかる手動による位置決めをしておく必要があった。そして万一衝突した場合は、ごみの発生は必定で、さらにウエハ等被検物の破損に繋がりかねないという問題もあった。

さらに、上記特公平7-27953号公報記載の位置決め方法では、切り欠き部の判別の仕方は幾何学的には図示されているが、代数学的に判別する方法が見いだされていない。従って、近似式法である最少自乗法によって円盤中心を算出する方法をとるため、検出手段であるセンサ9を少なくとも3個必要とし、円盤の周縁上の少なくとも6点と円盤保持部の中心1点、合計少なくとも7点を測定しなければならない。しかも周縁上6点の中に、切り欠き部縁上にあって円周上にない点が必ず含まれ、厳密には正しい位置が算出されず精度が良くなかった。また、切り欠き部を含まない周縁上4点から、公知のピタゴラスの定理に基づいて円盤の半径を求める計算式を提示しているが、切り欠き部上の点を除外出来ないため、実際には正確な円盤半径を求ることはできなかった。

課題を解決するための手段

本発明は、これらの問題点を解決するため鋭意検討した結果、新規、且つ、厳密な計算方法を開発してウエハ等円盤状物の中心位置の偏移量を測定、算出し、半導体設備の迅速な立ち上げを実現する新規な自動教示（オートティーチング）方法および自動位置決め方法を提案するものである。また、この理論に基づく自動教示装置、自動位置決め装置、算出した偏移量に基づいて搬送軌道の修正を行う自動搬送方法、自動搬送装置、さらにはこれらを利用した円盤状物の自動製造

設備をも提案するものである。ちなみに本発明でいう「教示」とは、円盤状物の搬送その他の取扱いを行う取扱装置の保持部等の動作の基準となる、円盤状物を置く場所の、その取扱装置の位置を含む基準座標系での位置座標である基準位置を、その取扱装置に入力して記憶させることをいい、また本発明における「位置決め」とは、保持部上等の任意の位置に載置された円盤状物やそれを保持する保持部等の位置が、先に入力された基準位置からどれだけずれているかを求めることをいう。

先ず始めに、本発明の原理を説明する。図4は、円盤の円周と1個のセンサの円弧状の軌跡とが交差する場合を示す。測定すべき円盤47は、既知半径 r の上記円周とセンサの既知半径 R の円弧状の検出軌跡43との交点を W_1, W_2 、これらの交点間の上記円周の円弧の頂点を W_3 とすると、円弧 $W_1 W_3 W_2$ を形成する。この円弧の両端が為す線分 $W_1 W_2$ の垂直二等分線42は、測定円盤47の中心Aおよびセンサの円弧軌跡の中心Oの双方を通る。この垂直二等分線42と、予め教示した方向41との偏移角度 α は、測定により求めることができる。また、垂直二等分線42と円弧の一端 W_1 との為す角度 θ も測定により求めることができる。

次に測定円盤47の中心位置として、未知長さである線分AO ($=L_1$) を求める。 W_1 から垂直二等分線42の線分 $W_3 O$ に垂線を下ろしその交点をBとすると、

$$\triangle W_1 B O \text{より, } BO = R \cos \theta, W_1 B = R \sin \theta \quad \dots \quad (\text{式1})$$

$$\triangle W_1 B A \text{より, } BO = r \cos \phi + L_1, W_1 B = r \sin \phi \quad \dots \quad (\text{式2})$$

$$\text{即ち, } R \cos \theta = r \cos \phi + L_1 \quad \dots \dots \dots \quad (\text{式3})$$

$$R \sin \theta = r \sin \phi \quad \dots \dots \dots \quad (\text{式4})$$

$$\text{移項して整理すると, } r \cos \phi = R \cos \theta - L_1 \quad \dots \dots \dots \quad (\text{式5})$$

$$r \sin \phi = R \sin \theta \quad \dots \dots \dots \quad (\text{式6})$$

(式5) と (式6) を2乗し、左右両辺をそれぞれ加えると、

$\cos^2 \phi + \sin^2 \phi = 1$ だから、

$$r^2 = (R \cos \theta - L_1)^2 + R^2 \sin^2 \theta \quad \dots \dots \quad (\text{式7})$$

$$\text{従って, } L_1 = R \cos \theta \pm (r^2 - R^2 \sin^2 \theta)^{1/2} \quad \dots \dots \quad (\text{式8})$$

ここで、図4の様にセンサの検出軌跡43に対し測定すべき円盤の中心Aがその検出軌跡の乗る円の内側にある場合は、

$$L_1 = R \cos \theta - (r^2 - R^2 \sin^2 \theta)^{1/2} \quad \dots \dots \quad (\text{式9})$$

外側にある場合は、

$$L_1 = R \cos \theta + (r^2 - R^2 \sin^2 \theta)^{1/2} \quad \dots \dots \quad (\text{式10})$$

となる。

ここでは、予め教示した円盤46の中心位置Cは既知であるから、線分COをLOとすると、

$$\text{直径方向の偏移長さ } \Delta H = L_1 - L_0 \quad \dots \dots \quad (\text{式11})$$

よって、前記偏移角度 α と、(式11)による直径方向の偏移長さ ΔH とを用いて、円盤の位置決めをすることができる。

次に図5において、基準となる円盤状物46の円周を、1個のセンサの直線状の検出軌道43が円弧状に切る場合について説明する。予め教示した位置にある円盤46の円弧の両端が為す線分EFと、その垂直二等分線との交点をDとする。中心Cとの距離CD($=X_0$)は予め教示してあるため判明している。

同じく図5で、中心が未知の位置Aにある、既知半径 r の測定すべき円盤状物47の円周を、センサの直線状検出軌道43によって円弧状に切る場合について述べる。前記円弧の両端点を W_1, W_2 とすると、線分 $W_1 W_2$ の長さは測定により既知となる。線分 $W_1 W_2$ の垂直二等分線とこの線分 $W_1 W_2$ との交点をBとし、未知の距離 $AB = X_1$ とすると、

$\triangle ABW_2$ は直角三角形であるから、

$$X_1^2 + (BW_2)^2 = r^2 \quad \dots \dots \quad (\text{式12})$$

ここで $BW_2 = W_1 W_2 / 2$ であるから、

$$X_1 = \pm \{ r^2 - (W_1 W_2 / 2)^2 \}^{1/2} \quad \dots \dots \quad (\text{式13})$$

従って、X方向の偏移量は

$$\Delta X = X_0 - X_1 \quad \dots \dots \quad (\text{式14})$$

として算出される。

ここで検知軌道43上のD点は教示位置であるから既知であり、B点は線分測定点W₁W₂の中点であるから測定により求まる。

従って、Y方向の偏移量

$$\Delta Y = B D \quad \dots \dots \quad (\text{式15})$$

も測定により求まる。

よって偏移量(ΔX, ΔY)が算出される。

請求項1および請求項2記載の発明は、前記原理を用いて基準位置を教示する方法に関する。即ち本発明は、円盤状物の取扱装置にその取扱装置の位置を含む基準座標系での前記円盤状物の位置の基準となる基準位置を教示する方法において、基準位置とする所定場所に置かれた半径既知の円盤状物の、前記基準座標系での中心位置を求める工程と、前記中心位置に基づいて演算で求めた前記基準座標系での前記所定場所の位置を基準位置として前記取扱装置に記憶させる工程と、を含み、前記円盤状物の中心位置を求める工程が、前記円盤状物に対し検出手段を相対的に移動させて前記円盤状物の円周に対し前記検出手段の1本の軌跡を交叉させる工程と、前記交叉による2個の交点の、前記基準座標系での位置を求める工程と、前記2個の交点を結ぶ線分の垂直二等分線上の特定点と前記2個の交点と前記円盤状物の半径とを用いて前記中心位置を算出する工程と、を含むことを特徴とする円盤状物の基準位置教示方法を提案している。請求項7は、この方法を実現するための装置に関するものである。

ここでの特定点とは、既知又は測定により定まる点と定義する。即ち、検出手段の軌跡が円である場合はこの円の旋回中心であり、これは既知である。また検出手段の軌跡が直線である場合は前記円周との2つの交点を結ぶ線分の中点で、

測定により直ちに求まる。本教示方法においては、基準位置とする所定場所に円盤状物を置く時に、好ましくは手動で行い、その際、その円盤状物として市販のウエハを用いる場合には、好ましくはノッチやオリエンテーションフラットなどの凹部を検出軌道からさけて置くようとする。またウエハ以外の、凹部や凸部がない円盤状物を用いてもよい。なお、画像処理等で凸部や凹部の位置を自動的に認識して、自動的に凸部や凹部を検出軌道からさけて置くようにしてもよい。

同様に前述の原理により、円盤状物に凹部や凸部がない場合、或いはこれらが上記のようにして避けられる場合について、1個の検出手段を用いて請求項3記載の円盤状物の位置決め方法および請求項9記載の位置決め装置を提案する。前述の教示装置および位置決め装置には、具体的形態として、公知のロボット、搬送装置、位置決め専用装置など、本発明の方法が機能として実現できる全ての装置が含まれる。

本発明では、円盤状物を検出するためのセンサが固定され、円盤状物が運動してもよいし、或いは、円盤状物が固定され、センサが運動してもよい。また、この運動は直線運動でもよいし、円運動でもよい。

また、請求項3～請求項5記載の方法においては、円盤状物の中心位置を予め教示する必要があるが、その際、請求項1または請求項2記載の方法を用いてもよいし、従来公知の方法を用いてもよい。

〔切り欠き部をよける方法1〕

請求項4および請求項10記載の発明は、半導体ウエハのようにノッチやオリエンテーションフラット等の周縁上の基準場所としての切り欠き部（凹部）や、円盤に付けられた取手のような凸部がある場合について、その位置決め方法および位置決め装置を提案するものである。

即ちここでは、円盤状物の中心位置を算出するに際し、図6に示すように、例えば2つの検出手段9を用いて異なる検出軌道43、44を設ける。検出軌道43が凹部である切り欠き部51を通った場合、そこに切り欠き部が無かった場合

に比べて円盤の外周との2つの交点がなす線分は短くなり、前記計算法で算出すると円盤中心は旋回中心O寄りにあると算出される。

さらに詳しく説明すると、検知軌道43, 44が共に切り欠き部を通らなかつた場合は、図6において、垂直二等分線42の左側2つの三角形から（式16）のように、円盤の中心Aと旋回中心Oとの距離は共にAOであると算出する。

$$\begin{aligned}AO &= R_1 \cos \theta_1 - (r^2 - R_1^2 \sin^2 \theta_1)^{1/2} \\&= R_2 \cos \theta_{11} - (r^2 - R_2^2 \sin^2 \theta_{11})^{1/2} \quad \dots \quad (\text{式16})\end{aligned}$$

一方、検出軌道43が切り欠き部51を通った場合は、旋回中心と円盤中心との距離COは、切り欠き部51がなかった場合に比べて ΔL_1 だけ短くなり、円盤49であると誤認する。即ち、

$$\begin{aligned}CO &= R_1 \cos \theta_1 - (r^2 - R_1^2 \sin^2 \theta_1)^{1/2} \\&= AO - \Delta L_1 \quad \dots \quad (\text{式17})\end{aligned}$$

と算出する。従って、（式16）と（式17）の計算結果を比べて大きい方を選べばよい。

図7において、検出軌道44に切り欠き部がある場合も、同様にして大きい方の距離AOを選べばよい。

即ち、切り欠き部上を検出軌道が通れば、算出された円盤中心は必ず旋回中心O寄りにあって小さいと算出される。共には切り欠き部が入らないように2つの検出軌道を離間しておき、円盤の円周を2つの円弧状に切ってそれぞれの両端を測定し、旋回中心から見て外側にある円盤中心、即ち距離AOの値が大きい方を選べばよい。

ちなみに、2つの検出軌道43, 44上にともに切り欠き部がない場合は、同じ場所に中心位置を見出すため、どちらを採用してもよい。

[切り欠き部をよける方法2、1つのセンサで2回通過する方法]

請求項4では、次に図8、図9に示すように、1個のセンサと2回の旋回動作で2つの異なる円弧を形成させてもよい。即ち、円盤状物の中心を算出するに際

し、旋回中心Oから検出軌道4 3までの距離Rはそのままに、2回目は円盤状物の中心位置を距離mだけずらして旋回する。ただし距離mは、2回の旋回動作で共には切り欠き部に掛らない程度に広げ、円盤の直径より狭い間隔とする必要がある。

先ず、図8で検出軌道4 3が切り欠き部5 1を通らなかった場合と、通った場合について検出手順を説明する。先ず、検出軌道4 3が切り欠き部5 1に通らなかった場合は、垂直二等分線4 2の左側にある旋回角度 θ_1 の三角形から計算式(式18)により、円盤4 7を認識してその中心はAと算出する。

$$AO = R \cos \theta_1 - (r^2 - R^2 \sin^2 \theta_1)^{1/2} \dots \dots \quad (式18)$$

一方、検出軌道4 3が切り欠き部5 1を通った場合は、垂直二等分線4 2の右側にある旋回角度 θ_2 の三角形から、円弧の両端間距離が短いと誤認して円盤4 9を認識し、円盤中心はCであると誤認する。

$$CO = R \cos \theta_2 - (r^2 - R^2 \sin^2 \theta_2)^{1/2} \dots \dots \quad (式19)$$

$$AO - CO = \Delta L_1 \dots \dots \dots \quad (式20)$$

即ち、切り欠き部に掛ると中心Cは ΔL_1 だけ旋回中心O側に寄っていると算出している。

次に、図9に示すように、距離mだけずらして2回目の旋回動作させた場合について述べる。1回目の旋回で円盤4 7の切り欠き部5 1を検出軌道4 3が通った場合、円弧が小さくなつたと誤認して、式19と同様な計算により本来の中心A'から ΔL_1 だけ旋回中心O側に寄つたC'に円盤中心があると算出する。次いで距離mだけ旋回半径が大きくなる方向にずらし、検出軌道4 3が円盤5 0の切り欠き部5 1を通らないようにすると、式9から円盤中心はA"であると認識する。

従つて、CO(=A' O - ΔL_1)とA" O - mとを比較して大きい方(A" O - m)を採用すればよい。

同様にして、1回目の旋回動作で切り欠き部を発見せず、2回目の旋回動作で

発見しても、円盤の正しい中心と旋回中心との距離として、大きい方を選べばよい。

次に、円盤の円周上に図示しない凸部がある場合は、これが無かった場合に比べて2つの交点がなす線分に比べて必ず大きくなる。従って、円盤の円周上に凸部がある場合は、これが無かった場合に比べて円盤中心が必ず旋回中心から遠い方にあると算出する。即ち、2つの線分から式9で計算される距離のうち、円盤中心と旋回中心との正しい距離として凸部がある場合は常に小さい方を選べばよい。従って、凹部や凸部に掛からぬ検出軌道による円盤中心を選ぶことができる。

凹部や凸部が2つの検出軌道上になかった場合は、前記同様同じ場所に中心位置を見出すため、どちらを採用してもよい。

また、請求項4および請求項10において、2本の検出軌道43、44が直線の場合も同様のことがいえ、これらを図10、図11に示す。切り欠き部上を検出軌道が通れば、通らなかった場合に比べて、算出された円盤中心は検出軌道から必ず外寄りにあると算出される。2つの検出軌道43、44を切り欠き部が共には入らないように平行間距離mだけ離しておき、円盤の円周を2つの円弧に切ってそれぞれの両端を測定し、検出軌道から見て内側にある円盤中心を選べばよい。

さらに詳しく説明すると、図10において、検出軌道43、44がともに切り欠き部がなければ、それぞれからの算出は、円盤状物の中心位置はAであるとなり、 $X_{AP}=X_{AB}+m$ となる。

しかし、検出軌道44が切り欠き部に掛かった場合は、本発明の計算方法では円弧は小さく円は49と誤認し、その中心はA'であると算出する。

従って、 $X_{AP} < X_{A'Q}$ となるから、 $X_{AB}+m < X_{A'Q}$ となる。

即ち、検出軌道43と検出軌道44との検出結果による中心位置情報を比較し、小さい方の距離 $X_{AB}+m$ を正しい値として選択すればよい。

同様に、検出軌道 4 3 が切り欠き部に掛かった場合について、図 1 1 に示す。検出軌道 4 3 上に共に切り欠き部がない場合の算出結果は、 $X_{AB} = X_{AP} - m$ となる。

検出軌道 4 3 上に切り欠き部がある場合は円 4 9 と認識し、 $X_{AB} < X_{A' B'}$ 即ち、 $X_{AP} - m < X_{A' B'}$ となる。

従って、検出軌道 4 3 と検出軌道 4 4 との検出結果での中心位置情報を比較して切り欠き部がない方の小さい距離 $X_{AP} - m$ を正しい値として選択すればよい。即ち、検出軌道から見て近い方にある円盤中心を常に選べばよいことになる。

さらに請求項 4 および請求項 1 0 は、1 個のセンサと 2 回の直線動作で 2 つの異なる円弧を形成させる場合も含む。即ち、図 1 0 、図 1 1 において検出手段 9 の軌跡が、1 回目動作で検出軌道 4 3 、2 回目動作で検出軌道 4 4 を描くか、或いはその逆の順に軌跡を描くとすれば、前記説明がそのまま当てはまる。

次に請求項 6 および請求項 1 2 では、搬送機能を有する装置に本発明の原理を応用し、求めた中心位置の偏移量から、ウエハなど円盤状物を目的場所に搬送するに際し、衝突や干渉が起きないように搬送軌道を予め定めた軌道から修正する方法およびそのための搬送装置を提案している。

〔3 本の検出軌道でウエハ半径 r を求める方法〕

円盤状物のうち半導体ウエハは、国際半導体製造装置材料協会による SEMI 規格によって、3 インチ、4 インチ、5 インチ、6 インチ、8 インチ、300 mm の 6 種類が定められ、それらの半径も規格化されており、且つ、サイズ毎に専用カセットに収納されている。従って、カセットが置かれた時点でウエハの半径 r は分るため、前述の計算課程においては既知の値として扱ってきた。しかし、搬送工程中のウエハサイズを確認する場合、また細かくは、ウエハ直径のメーカーによる差、ロット間のバラツキなどのための半径を測定したい場合がある。

本発明では、そのような要求に応え、円盤状物の半径 r も測定算出することができる。

請求項 1 3 から請求項 1 6 では、半径未知の円盤状物を測定しその半径および中心位置を算出し、その算出結果に基づいて円盤状物を位置決めする方法および装置について述べ、さらに請求項 1 7 では、その算出結果に基づき搬送経路を修正する搬送装置について述べている。

ここで円盤の半径を求める原理を、図 1 2 を用いて、円盤円周と 3 つのセンサの旋回軌道とを交叉させた場合について説明する。旋回基線 4 0 は、予め定めたものである。3 本の検出軌道 4 3, 4 4, 4 5 のうち 4 3 が切り欠き部を通ったとすると、他の検出軌道 4 4 および検出軌道 4 5 のウエハ外周縁との交点 2 つずつのそれぞれの間の線分の垂直二等分線 4 2 は共通で、旋回基線 4 0 とのなす角度は α_1 であるが、検出軌道 4 3 の場合の垂直二等分線 4 8 と旋回基線 4 0 とのなす角度は α_2 で、先の α_1 と異なっている。従って、一つだけ垂直二等分線の角度が異なる検出軌道 4 3 を除外する。

検出軌道 4 4 および検出軌道 4 5 のウエハ外周縁との交点 2 つずつのそれぞれと旋回中心 O とからなる三角形はともに二等辺三角形で、線 4 2 は直角三角形を 4 つ作っている。旋回角度 θ_1 , θ_2 はともに測定角、旋回半径 R_1 , R_2 はともに設定距離、L は未知数である。

$$r^2 = (R_1 \cos \theta_1 - L)^2 + R_1^2 \sin^2 \theta_1 \quad \dots \quad (\text{式 2 1})$$

$$r^2 = (R_2 \cos \theta_2 - L)^2 + R_2^2 \sin^2 \theta_2 \quad \dots \quad (\text{式 2 2})$$

旋回中心からみて検出軌道 4 4 と 4 5 が円盤中心より遠い距離にある場合、

$$L = R_1 \cos \theta_1 - (r^2 - R_1^2 \sin^2 \theta_1)^{1/2} \quad \dots \quad (\text{式 2 3})$$

$$L = R_2 \cos \theta_2 - (r^2 - R_2^2 \sin^2 \theta_2)^{1/2} \quad \dots \quad (\text{式 2 4})$$

式 2 1 に式 2 4 を代入すると、

$$r^2 = \{R_1 \cos \theta_1 - R_2 \cos \theta_2 + (r^2 - R_2^2 \sin^2 \theta_2)^{1/2}\}^2 + R_1^2 \sin^2 \theta_1 \quad \dots \quad (\text{式 2 5})$$

ここで、

$$S = (r^2 - R_2^2 \sin^2 \theta_2)^{1/2} \quad \dots \quad (\text{式 2 6})$$

とおき、式25に式26を代入すると、

$$S^2 = \{R_1 \cos \theta_1 - R_2 \cos \theta_2 + S\}^2 + R_1^2 \sin^2 \theta_1 - R_2^2 \sin^2 \theta_2 \quad \dots \quad (\text{式27})$$

$$S^2 = (R_1 \cos \theta_1 - R_2 \cos \theta_2)^2 + 2(R_1 \cos \theta_1 - R_2 \cos \theta_2)S + S^2 + R_1^2 \sin^2 \theta_1 - R_2^2 \sin^2 \theta_2 \quad \dots \quad (\text{式28})$$

Sについて解くと

$$S = \{R_2^2 \sin^2 \theta_2 - R_1^2 \sin^2 \theta_1 - (R_1 \cos \theta_1 - R_2 \cos \theta_2)^2\} / 2(R_1 \cos \theta_1 - R_2 \cos \theta_2) \quad \dots \quad (\text{式29})$$

$$(r^2 - R_2^2 \sin^2 \theta_2)^{1/2} = \{R_2^2 \sin^2 \theta_2 - R_1^2 \sin^2 \theta_1 - (R_1 \cos \theta_1 - R_2 \cos \theta_2)^2\} / 2(R_1 \cos \theta_1 - R_2 \cos \theta_2) \quad \dots \quad (\text{式30})$$

両辺二乗して

$$r^2 = \{R_2^2 \sin^2 \theta_2 - R_1^2 \sin^2 \theta_1 - (R_1 \cos \theta_1 - R_2 \cos \theta_2)^2\}^2 / 4(R_1 \cos \theta_1 - R_2 \cos \theta_2)^2 + R_2^2 \sin^2 \theta_2 \quad \dots \quad (\text{式31})$$

式24に式31を代入すると、

$$\begin{aligned} L &= R_2 \cos \theta_2 - [\{R_2^2 \sin^2 \theta_2 - R_1^2 \sin^2 \theta_1 - (R_2 \cos \theta_1 - R_2 \cos \theta_2)^2\}^2 / 4(R_1 \cos \theta_1 - R_2 \cos \theta_2)^2 - R_2^2 \sin^2 \theta_2 + R_2^2 \sin^2 \theta_2]^{1/2} \\ &= R_2 \cos \theta_2 - \{ (R_2^2 \sin^2 \theta_2 - R_1^2 \sin^2 \theta_1) / (R_1 \cos \theta_1 - R_2 \cos \theta_2)^2 - 1 \} / 2 \quad \dots \quad (\text{式32}) \end{aligned}$$

ここで、旋回角度 θ_1 、 θ_2 はともに測定値であるから L が求まり、円盤状物47の中心Aは、共通垂直二等分線42上の、旋回中心Oから距離Lのところに求まる。

ちなみに、半径未知の円盤状物の半径 r は、正の数だから、(式33)で求められる。

$$r = [\{R_2^2 \sin^2 \theta_2 - R_1^2 \sin^2 \theta_1 - (R_1 \cos \theta_1 - R_2 \cos \theta_2)^2\}^2 / 4(R_1 \cos \theta_1 - R_2 \cos \theta_2)^2 + R_2^2 \sin^2 \theta_2]^{1/2}$$

· · · · (式33)

ここでは、検出手段の3本の検出軌跡が円弧の場合を説明したが、これら検出軌跡が3本の平行線であってもよい。その場合は、旋回基線40に代えて、3本の平行線上の1点、または他の任意の1点を基点とすれば、同様にして半径未知の円盤状物の半径と、中心位置とを求めることができる。

周縁上の少なくとも3点を検出する本発明の第2の方法によっても、半径未知の円盤状物について中心位置を特定することができる。この第2の方法では、円盤状物の周縁上の少なくとも3点を検出するために、検出手段を固定して円盤状物を移動させるか、逆に円盤状物を固定して検出手段を移動させることによって、相対的に円盤状物に対する検出手段の軌跡を描く。

1個の1点検出型検出手段を用いる場合は、円盤状物の周縁の円と3点以上で交叉させればよい。例えば、検出手段の軌跡としての三角関数曲線と円盤状物の周縁の円を交叉させる方法や、2次以上の多次曲線（例えば図28および図29は2次曲線に沿って1点検出型検出手段としてのセンサを円盤状物に対し相対移動させている）に沿って円盤状物の周縁の円に対し検出手段を横切らせて交叉させる方法、検出手段の軌跡としての直線で周縁を2点で横切りV字型に折り返して更に2点を検出する方法、直線で周縁を2点で横切りU字型に折り返して更に2点を検出する方法等の、一筆書きで少なくとも3点を検出する方法が好ましい。さらに、1個の検出手段の軌跡を長径が前記円盤の直径より大きい楕円状や長円状、即ちO字型とすることにより、周縁の円に対する4点の交点を得る方法を用いてもよい。要するに、検出手段を円盤状物に対し相対移動させて周縁上の3点以上を検出すればよい。

2個以上の検出手段を用いる場合の軌跡は、円盤状物の周縁を1回以上交叉させる。V字状、L字状などの鍵型は2つの直線の組み合わせで求まり、また、鋭角移動を排除するために、円や前記各種曲線と直線の組み合わせであるU字型やC字型、あるいはO字型（楕円や長円）としてもよい。3個ないし4個以上の1

点検出型検出手段を用いる場合は、全検出手段が円盤状物の周縁と1回交叉するだけでよい。

本発明では、円盤状物の周縁上の少なくとも3点を検出すれば、円弧の両端を結ぶ線分およびその二等分線を算出することなく、円周の公式によりその円盤状物の半径を算出することができる。周縁が真円である場合は3点が決まれば円は決定されるが、半導体ウエハのように切り欠き部がある場合は、少なくとも4点が必要である。

半径が未知である円盤状物の周縁の3点から中心点（中心位置）を求める方法を、図30を用いて説明する。但しここで、円盤状物の周縁の3点は、切り欠き部にかかっていない真円上の点であるとする。1点検出型検出手段としてのセンサ（例えば発光部と受光部との対を1対だけ持つ光学式センサ等）の1つの旋回軌道43と、旋回中心からの中心位置までの距離が互いに異なる円盤状物47, 50の周縁とを交差させることで、旋回基準線から交点までの旋回角度を測定する。ここでは便宜上、基準座標の0点は旋回軌道の中心とし、旋回基線は水平面に平行で、円盤状物47が移動する平面のX軸と一致する。また、センサの旋回動作前、センサは旋回基線（X軸）上にあり、ここではそのセンサが旋回軌道43上を移動するものとする。

切り欠き部のない真円状の円盤状物の周縁についての、旋回軌道43との交点の座標は、測定された旋回角度から次のように算出される。移動前の円盤状物47の周縁と旋回軌道43との交点をW₄, W₅とし、その円盤状物47の位置から旋回原点の方向にmだけ移動した円盤状物50の周縁と旋回軌道43との交点をW₆, W₇とし、旋回基線（X軸）から交点W₄, W₅, W₆, W₇までの旋回角度をθ₄, θ₅, θ₆, θ₇とする。また、旋回中心からセンサまでの距離をRとする。

W_nの座標（x_n y_n）は次のように求められる。ただし、n = 4, 5, 6, 7である。

$$\begin{bmatrix} x_n \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta_n & -\sin \theta_n \\ \sin \theta_n & \cos \theta_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ 0 \end{bmatrix}$$

次に、円盤状物 4 7 の位置から円盤状物 5 0 の位置への円盤状物の移動に伴い、
 W_8, W_9 は円盤状物 5 0 の周線上の点 W_6, W_7 に移動したことから、 W_8, W_9 の座標は以下のように表される。

なお、 $(\theta_6 + \theta_7)/2$ は、円盤状物 4 7 の中心点と旋回中心点を通る直線と
 旋回基準線とがなす角度である。

$$\begin{bmatrix} x_8 \\ y_8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_6 \\ y_6 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} m \cos(\theta_6 + \theta_7)/2 \\ m \sin(\theta_6 + \theta_7)/2 \end{bmatrix}$$

上記の交点座標により、円盤状物の中心位置の座標 (x_0, y_0) を求める式
 は次のようになる。

基準座標系上の円盤状物の円周は、円周の公式より、

$$r^2 = (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2$$

と表され、円盤状物 5 0 上の点 W_4, W_5, W_7, W_8 の座標を代入すると、

$$r^2 = (x_4 - x_0)^2 + (y_4 - y_0)^2 \dots \text{(式 4 1)}$$

$$r^2 = (x_5 - x_0)^2 + (y_5 - y_0)^2 \dots \text{(式 4 2)}$$

$$r^2 = (x_8 - x_0)^2 + (y_8 - y_0)^2 \dots \text{(式 4 3)}$$

$$r^2 = (x_9 - x_0)^2 + (y_9 - y_0)^2 \dots \text{(式 4 4)}$$

となる。

上記の式 4 1 ～ 式 4 4 の内の 3 つの式より、円盤状物の半径 r および中心座標 (x_0, y_0) が求まり、ここでは、式 4 1 ～ 式 4 3 を用いて、以下のように表

される。

交点 W_4 , W_5 と W_8 は、同周線上にあるので、半径は等しいので、

$$(x_4 - x_0)^2 + (y_4 - y_0)^2 = (x_5 - x_0)^2 + (y_5 - y_0)^2 \dots \text{(式45)}$$

$$(x_5 - x_0)^2 + (y_5 - y_0)^2 = (x_8 - x_0)^2 + (y_8 - y_0)^2 \dots \text{(式46)}$$

式45より、 x_0 について解くと、

$$\begin{aligned} x_0 = & \{ (2y_0 - y_4 - y_5) (y_4 - y_5) \} / 2 (x_4 - x_5) \\ & + (x_4 + x_5) / 2 \dots \text{(式47)} \end{aligned}$$

式47を式46に代入して y_0 を求めると、

$$\begin{aligned} & \{ (2y_0 - y_4 - y_5) (y_4 - y_5) \} / 2 (x_4 - x_5) + (x_4 + x_5) / 2 \\ = & \{ (2y_0 - y_5 - y_8) (y_5 - y_8) \} / 2 (x_5 - x_8) + (x_5 + x_8) / 2 \\ & \dots \text{(式48)} \end{aligned}$$

これを整理すると、

$$\begin{aligned} y_0 = & \{ (y_4 + y_5) (y_4 - y_5) (x_5 - x_8) + (y_5 + y_8) (y_5 - y_8) \\ & (x_4 - x_5) + (x_4 - x_5) (x_5 - x_8) (x_8 - x_4) \} / 2 \{ (y_4 - y_5) \\ & (x_5 - x_6) + (y_5 - y_6) (x_4 - x_5) \} \dots \text{(式49)} \end{aligned}$$

x_0 は、式49を式47に代入して、

$$\begin{aligned} x_0 = & \{ (y_4 - y_5) (x_5 - x_8) (x_5 + x_8) + (y_5 - y_8) (x_4 - x_5) \\ & (x_4 + x_5) + (y_4 - y_5) (y_5 - y_8) (y_8 - y_4) \} / 2 \{ (y_4 - y_5) \\ & (x_5 - x_8) + (y_5 - y_8) (x_4 - x_5) \} \dots \text{(式50)} \end{aligned}$$

かくして式50が得られる。

式41から43のいずれかに代えて、 W_9 点を用いる式44を用いても、 W_4 、 W_5 、 W_8 、 W_9 とも真円上にあるから同じ (x_0, y_0) が得られる。

次に、いずれか1つの交点が切り欠き部にかかる場合、4つの交点を測定する。この4点のうち、1組3点からなる組合せは4通りあり、切り欠き部を含まない組合せは1通りのみである。従って、前述のようにして求めた (x_0, y_0) と式41～式44とから半径 r を求めると、切り欠き部がない1通りの場合の r は、

切り欠き部がある 3 通りの場合の r とは異なった値となる。しかしこの切り欠き部がない 1 通りを選別する方法がないので、4 通りの組合せでの r の値の全てが合致しない場合は、円盤状物に対する軌跡の位置を変えて再び 4 点を測定し再計算するという処理を、4 通りの組合せでの r の値の全てが合致するまで繰り返し、正しい値の半径 r を求める。

また、半径 r を求めることなく、式 4.1 から式 4.4 の内の 3 つの式の組合せから求めた円盤状物の中心点を直接比較して、一致した場合は正しい値の中心点として採用し、一致しない場合は再測定することとしてもよい。

請求項 18, 22, 26, 27, 31 および 35 は、前述の原理を応用した自動教示方法、自動位置決め方法、自動教示装置および自動位置決め装置のうち、1 点検出型センサを 1 個用いる新規な方法および装置に係るものである。

請求項 2, 5, 14 および請求項 8, 11, 16 は、前述の原理を応用した自動教示方法、自動位置決め方法、自動教示装置および自動位置決め装置のうち、センサ軌跡が円軌道である新規な方法および装置に係るものである。この円軌道上をセンサが運動してもよいし、円盤状物が旋回運動してもよい。

さらに、本発明は請求項 3.6 において、前記のような自動教示装置、自動位置決め装置および自動搬送装置のいずれか 1 つ又は複数を用いることによって、半導体等の改善された自動製造設備を提供する。

本発明は、位置決め専用装置においても、搬送装置においても実現できる。また、ここで言う自動搬送装置は、旋回運動機構および／又は直線運動機構をもつ搬送装置、例えば、スカラ型ロボット、多関節ロボット、XY 軸移動テーブル等公知の装置を含む。

前記円盤状物の外周上の 2 点を検知するセンサの種類としては、非接触型のセンサを用いることが好ましい。電子部品である半導体ウエハを取り扱うことが多いため、電磁気的センサや機械的センサではなく、透過型または反射型の光センサーが好ましく、その中で、画像処理手段を伴う CCD 等の二次元センサであつ

ても、光量が定量化されるラインセンサであっても、ON、OFFが分る点センサであってもよい。この光センサは本発明を実現するためには、最小限1点検出型センサ1個で充分であるが、前述の如くノッチやオリエンテーションフラットを検出させるために2個のセンサを用いてもよい。偏移角を測定するセンサとしては、エンコーダなど公知の角度センサを用いてもよいが、サーボモータやステッピングモータ等のパルスモータにより角度としてのパルス値を採用してもよい。

本発明において記述した上記各計算式は、通常のコンピュータプログラムにより、搬送装置の搬送ロボットの制御用等のコンピュータで構成する算出手段で容易にその計算を実行でき、その計算結果は、搬送装置のロボット等の制御用のコンピュータで構成する制御手段に用いれば、容易に搬送装置の各部の運動軌道に反映することができる。

また、本発明における基準座標系は、直角座標系だけでなく極座標系であってもよく、またその座標系での位置を座標値で直接的に表されるものだけでなく搬送ロボットの各軸の作動量等で間接的に表されるものでもよい。

図面の簡単な説明

図1は本発明を実施するための半導体製造設備の一実施例を示す一部切り欠き斜視図である。

図2は上記実施例の半導体製造設備を示す平面図である。

図3は上記実施例の半導体製造設備における搬送ロボットを示す一部切り欠き斜視図である。

図4は本発明の方法の原理を示す平面図である。

図5は本発明の方法の原理を示す他の平面図である。

図6は本発明の方法の2個の検出手段による切り欠き部検出原理を示す平面図である。

図7は本発明の方法の2個の検出手段による切り欠き部検出原理を示す他の平面図である。

図 8 は本発明の方法の 1 個の検出手段による切り欠き部検出原理を示す平面図である。

図 9 は本発明の方法の 1 個の検出手段による切り欠き部検出原理を示す他の平面図である。

図 10 は本発明の方法の 2 個の検出手段による切り欠き部検出と位置決めの原理を示す平面図である。

図 11 は本発明の方法の 2 個の検出手段による切り欠き部検出と位置決めの原理を示す他の平面図である。

図 12 は本発明の方法に基づく円盤半径の算出原理を示す平面図である。

図 13 は本発明の教示方法の一実施例を用いた搬送装置への教示手順を示すフローチャートである。

図 14 は本発明の教示方法の一実施例を用いた搬送装置への教示手順を示すフローチャートである。

図 15 は本発明の位置決め方法の一実施例を用いた搬送装置へのその他のポートの教示手順を示すフローチャートである。

図 16 は本発明を実施するための搬送装置の一実施例を示す一部切り欠き斜視図である。

図 17 は本発明を実施するための位置決め装置の一実施例を示す一部切り欠き斜視図である。

図 18 は本発明を実施するための位置決め装置の他の一実施例を示す一部切り欠き斜視図である。

図 19 は本発明を実施するための位置決め装置の他の一実施例を示す一部切り欠き斜視図である。

図 20 は本発明を実施するための位置決め装置の他の一実施例を示す一部切り欠き斜視図である。

図 21 は本発明を実施するための位置決め装置の他の一実施例を示す一部切り

欠き斜視図である。

図22は本発明の1個の検出手段による切り欠き部検出と位置決めの一実施例を示す一部切り欠き斜視図である。

図23は本発明の2個の検出手段による切り欠き部検出と位置決めの一実施例を示す一部切り欠き斜視図である。

図24は本発明を実施するための搬送装置の一実施例を示す一部切り欠き斜視図である。

図25は従来の搬送装置を示す一部切り欠き斜視図である。

図26は従来の搬送装置における教示手順を示すフローチャートである。

図27は従来の位置決め装置の例を示す斜視図である。

図28は本発明の方法および装置の1個のセンサによる円盤状物の周縁検出方法の一例を示す平面図である。

図29は本発明の方法および装置の1個のセンサによる円盤状物の周縁検出方法の他の一例を示す平面図である。

図30は本発明の方法および装置で円盤状物の周縁上の少なくとも3点から中心点を求める方法を示す平面図である。

図31は本発明に基づき円盤状物の周縁上の4点から中心点を求める方法および装置の一実施例を示す平面図である。

図32Aおよび図32Bは本発明に基づき円盤状物の周縁上の4点から中心点を求める方法および装置の他の一実施例を示す平面図である。

発明の実施の形態

以下に、本発明に係る半導体製造設備について、円盤状物を位置決めする方法の実施例を図面に基づいて説明する。

図1に示す半導体製造設備1は、円盤状物であるウエハ13をカセット6からロードロック室8等へ搬送する搬送装置2と、ロードロック室8に接続してウエハ13に対し成膜、拡散、エッチング等の各種処理を行う処理装置3とを具えて

なる。そのうちの搬送装置 2 は、ウエハが棚段状に収納されるカセット 6 を載置できる 1 個又は複数個のステージ 19 と、搬送アーム 12 を有するスカラ型の搬送ロボット 4 と、その搬送ロボット 4 を並んでいる複数個のステージの前でその列に平行に動かす移動手段 17 と、検出手段としてのセンサ 9 と、それら搬送ロボット 4 と移動手段 17 とセンサ 9 との作動を制御する、通常のコンピュータを有する制御部 11 とを具えて構成されている。なお、円盤状物の正確な位置補正を行なったり、ウエハ縁部のノッチ等切り欠き部を検出するために、図 25 に示す如き従来の位置決め装置 10 を搬送装置 2 の構成に含めることもできる。

同じく図 1 に示す処理装置 3 は、レジスト塗布、露光、エッチング等各種処理を行う 1 個ないし複数個のチャンバ 7 と、前記チャンバ 7 同士をつなぐ移載室 16 と、移載室 16 内に備えられ円盤状物を搬送する真空ロボット 31 と、検出手段であるセンサ 9 と、搬送装置 2 のスカラ型搬送ロボット 4 により搬送された円盤状物の受け渡しを行うロードロック室 8 と、それらチャンバ 7 と真空ロボット 31 とセンサ 9 とロードロック室 8 の後述するドアとの作動を制御する、搬送装置 2 と共用の制御部 11 とを具えて構成されている。

なお、ロードロック室 8 には、複数枚の円盤状物を棚段上に載置するための図示しないポケットを設けてある。また、ロードロック室 8 内を真空状態とするため、搬入出口にはロードロックドア 32 が配設されている。

〔基準位置教示方法（1）〕

各カセット、各ロードロック室、各処理チャンバなど各ポートでの教示を行う前にまず保持部と円盤状物との位置関係を示す原点座標を教示する。

図 2 の半導体製造設備 1 内でウエハ 13 を自動搬送させるには、事前に、搬送装置 2 と処理装置 3 との制御部 11 に、搬送ロボット 4 および真空ロボット 31 の少なくとも一方の位置を含む基準座標系上で原点座標とする基準位置を教示した後に、搬送軌道を教示する必要がある。教示前の位置は通常余裕を含めて設計されているので、詳細は現場合合わせが必要である。本発明の基準位置教示方法の

一実施例を、一つのロードロック室8を用いる場合について、図13のフローチャートに示す。

先ずステップS11で、教示前の設計上の、上記基準座標系での第1ロードロック室8の仮位置情報（初期値）を制御部11に入力する。次いでステップS12で、搬送ロボット4の保持部14をロードロックドア32経由で導入して、その保持部14で、第1ロードロック室8内の、基準位置とする所定場所に手作業で置いたウエハまたはそれと同一直径の他の板からなる円盤状物（ここではウエハと同一符号で示す）13を保持し搬出する。

次いでステップS13で、搬送ロボット4が、保持した円盤状物13を検知手段としてのセンサ9のところに搬送し、ロボット4の胴体軸を中心に旋回して、センサ9の光で円盤状物13の外周縁部を円弧に切ってその円盤状物13の外周縁とセンサ光との交点の2点の、保持部14に対する位置ひいては上記基準座標系での位置を検出する。そしてステップS14で、得られた外周縁上の2点の位置情報から先に述べた計算式で求めた、上記所定場所での円盤状物13の中心位置を、基準位置として、制御部11の持つ搬送ロボット作動制御プログラムへ伝達し、ステップS11で入力した仮位置情報を書きかえ、原点座標教示作業を終了する。

ちなみに、これらステップS11～S14は、制御部11に予め与えられたプログラムにより、制御部11自身が実行する。

同様にして、真空ロボット31を用いて他のロードロック室8など各ポートについてそれぞれ教示する。即ち、本発明では、各ポートに関し最初に手動で基準位置とする所定場所にウエハなど基準円盤を置く以外は、すべて自動教示（オートティーチング）することができる。その際、保持部14が円盤状物13を保持する時に保持部14の保持中心と円盤状物13の中心とが従来の教示方法のように完全一致する必要はなく、搬送ロボット4のアームがロードロックドア32や他の機器に干渉しない程度なら多少ずれていてもよい。

[基準位置教示方法（2）]

本発明の基準位置の教示方法の他の実施例においては、従来の案内治具を使用してもよい。保持部14を人が作業し易い適当な位置に移動させて、図3に示す如き案内治具20を保持部14に設置し、円盤状物を保持部14上に載置してその案内治具20に手で押し当て、その時の円盤状物の中心位置を基準位置とする方法である。この案内治具20は、ウエハと合致する曲面と、保持部14からなる平面の基準面を以って、物理的にウエハの位置を固定するものである。図14は、図3の装置においてオートティーチング（自動教示）を実施するときの処理手順のフローチャートを示しており、この処理では、各カセット、各ロードロック室など各ポートでの教示を行う前に、先ず保持部と円盤状物との位置関係を基準位置として教示する。

先ずステップT1で、保持部14に対する円盤状物の仮位置情報（初期値）を制御部11に入力する。次いでステップT2で、保持部14上に案内治具20と円盤状物13とを手作業で載置し、円盤状物の中心位置が適正な位置に来るよう手作業で調整する。

次いでステップT3で、検知手段としてのセンサ9のところで円盤状物13を旋回運動させて、円盤状物13の外周縁とセンサ光との交点の2点の、保持部14に対する位置ひいては上記基準座標系での位置を検出する。そしてステップT4で、得られた位置情報から先に述べた計算式で求めた保持部14上の円盤状物13の中心位置を、保持部14上の基準位置として、制御部11の持つ搬送口ポート作動制御プログラムへ伝達し、制御部11に記憶させる。

ちなみに、これらステップT1～T4は、ステップT2を除き、制御部11に予め与えられたプログラムにより、制御部11自身が実行する。

[その他のポートの教示方法]

前述のように定めた基準位置を基に、オートティーチングにより円盤状物をカセットから搬出する場合の教示（位置決めおよび軌道修正を含む）の手順について

て、図15のフローチャートに示す。

先ずステップU1で、搬送仮位置情報（初期値）および基準位置情報を制御部11に入力する。次いでステップU2で、カセット6および円盤状物13を手作業で設計上の位置へ載置する。

次いでステップU3で、搬送ロボット4がカセット6内の受け渡し場所から円盤状物13を受け取る。そしてステップU4で、搬送ロボット4が円盤状物13をセンサ9のところに移動させて旋回させ、上記と同様に外周縁の2点を検出する。

次いでステップU5で、ステップT4で得られた情報（測定値）を偏移量算出手段へ伝達する。次いでステップT6で、偏移量算出手段により測定値と基準位置を比較し偏移量を算出する。次いでステップU7で、ずれている場合、偏移量を制御部11の持つ搬送ロボット作動制御プログラムへ伝達する。

ちなみに、これらステップU1～U7は、ステップU2を除き、制御部11に予め与えられたプログラムにより、制御部11自身が偏移量算出手段等となって実行する。

そしてステップU8で、制御部11は、上記偏移量を考慮して搬送ロボット4の軌道を修正する。つまりは設計図面上の搬送位置である初期値を更新する。ずれていなければ一連の教示は終了する。

同様に、他のカセット6、各ロードロック室8など各ポートとの受け渡し場所についても、それぞれ図15のステップU1からステップU8までの手順に沿って行われる。本発明に基づく教示方法によって、ステップU2における円盤状物を手作業で設計図面上の位置へ載置する工程以外は、全て自動的に行うことができるようになった。

また、メンテナンス時にカセット6等の位置を移動させた場合、従来は図26の手間の掛かるステップS1からS7まで工程を全て手動で再度行っていたが、本発明に基づくオートティーチングでは、図15のステップU2のみ手動で行え

ば、後は自動的に進む。また、保持部14を取り替えた場合は、基準位置の教示をステップU1から再び行い、新旧の情報を比べ、偏移量をそれぞれの測定値に反映させればよい。これにより、ロードロック室8への搬送位置は常に一定となり、各処理チャンバ7付近での干渉がなくなり、ごみも軽減される。

図16は、本発明の円盤状物の位置決め装置の一実施例としての、搬送ロボット4と、検出手段である光学式点センサ9とを備えた搬送装置2を示す。この搬送ロボット4の搬送アーム12を動作させる駆動手段は、あらかじめ設定された基準点を持ち、偏移量は光学センサ9の出力信号と上記駆動手段のステッピングモータのパルスとを計測し演算して求める。搬送アーム12が始動する際、搬送ロボット4の全軸が基準点にあることを制御部11により確認し、制御部11からの命令により、搬送ロボット4の各軸を屈伸、昇降動作させ、センサ9のところで旋回させ、ウエハ13の位置決めを実施する。

図16はまた、ウエハ13の基準位置が予め教示されている本発明の位置決め方法の一実施例を説明したものである。ウエハ13をカセット6から搬送アーム12の保持部14上に載置して搬出した搬送ロボット4は、その胴体の回転軸を中心に旋回して、検出手段としての固定された光学センサ9のコの字状枠の間にウエハ13を通過させ、ウエハ13の外周縁部をセンサ光で円弧に切る。これによってウエハ13の中心位置が計測算出され、偏移量とウエハ外周縁の位置座標とが上記偏移量算出手段により算出されて、搬送アーム12の保持部14上におけるウエハ位置が決まる。

算出された偏移量は、搬送アーム12の動作を制御している制御部11に送られ、予め教示された搬送位置の情報に、偏移量を考慮した補正值を加えることにより、搬送位置および搬送軌道が修正される。また、図16中の検知手段としてのセンサ9は、ウエハ13を保持した搬送アーム12が旋回動作するとき、搬送ロボット4に対し定められた位置で、且つ、円盤状物13を検知することができる位置に設置される。

図16の右側の処理装置3内の真空ロボット31も、同様にして検出手段としてのセンサを用いて、各ロードロック室8、各処理チャンバ7における基準位置の教示、ウエハ13を受け取った後の位置補正のための位置決めを実施するものである。

〔位置決め装置（アライナ）に採用した場合1〕

図17は、本発明の位置決め方法を位置決め装置に用いた一実施例について示すものである。この位置決め装置10はウエハ13を真空吸着できる保持台19を備え、保持台19の下方には回転手段と1軸ないしは2軸方向へ移動可能にするX軸移動手段、Y軸移動手段と、昇降手段21を備えている。ここでは、搬送ロボット4等により載置されたウエハ13が静置された状態で、ステージ上に設けられた検出アーム24が旋回して検出軌跡43を描き、検出アーム24の先端部に設けられた検出手段としての光学式センサ9によりウエハ13の外周線上の2点が検出される。この2点の位置を用い、前述した本発明の計算方法を適用してウエハ中心を算出し、X、Y軸方向の修正を行い、持ち替えて正常位置におかれたウエハを回転させ、別のセンサがそのウエハ13の縁部にある切り欠き部を検出し回転を停止する。

〔位置決め装置（アライナ）に採用した場合2〕

図18は、検出アーム24がウエハ半径より短い場合についての位置決め装置10を示し、動作方法および位置決め方法は図17と同様である。

〔位置決め装置（アライナ）に採用した場合3〕

図19は、従来の位置決め装置で本発明の位置検出方法を実施する場合について示したものである。この位置決め装置10は、回転しうる保持台19とX軸移動手段およびY軸移動手段と昇降手段と検知手段としての点センサ9とを備えている。回転するウエハ13が偏芯している場合は、回転によりウエハ13と同じ半径の検出軌道43で、ウエハ縁部が切られ2点を検出する。それ以降の位置決め方法は図17の装置と同様である。

従来、搬送ロボット等により載置台に搬送された円盤状物は、光学式のラインセンサを用いる特開平6-224285で示される検出方法等で円盤状物の中心位置情報を得られる。この方法では載置部を回転駆動させ、1周分の縁部の位置情報を検知する必要があり、図20に示すように縁部の一部がラインセンサの検出範囲外にある場合については、X軸、Y軸の移動手段を駆動させ検出範囲内に入るように円盤状物を持ち替えることを前提に位置決め動作を行っている。そこで、本発明の位置決め方法を用いると、縁部の一部が検出範囲外に出ていても、ウエハの回転により必ず他の部分がセンサに入る所以、ラインセンサ上の1点を検出点として定めておけば、図19と同様、本発明の中心位置算出方法により円盤状物の中心位置情報を算出される。即ち、持ち替えは全く不要でウエハの中心を算出することができる。

なお、ウエハの中心位置が分れば、位置決め装置のX、Y駆動部は不要で、図21に示すように、搬送ロボット4を動作させることにより、載置前に保持部14を正常位置に移動させて円盤状物13の位置決めをすることができる。

〔保持部にセンサ〕

図22に示すように、搬送ロボット4の保持部14の先端ないし側部にセンサ9を設けて、搬送ロボット4の旋回や屈伸動作により、載置された円盤状物13の外周縁の2点を検出し、円盤状物13の中心位置を算出することができる。なお、検出軌道上に切り欠き部等が重なるか否かの判別をする場合、図10、図11に示した方法により、保持部14に2つの検出手段を配設するか、1つの検出手段で円盤状物13を2回走査させればよい。

〔ポートドアにセンサ〕

図23は、搬送装置2のカセット用ドアにセンサ9を2個を取り付け(図では片方のみ示す)、搬送ロボット4の搬送アーム12を駆動して直線運動させ、ウエハ13を取り出す際、その中心を算出して位置決めし、搬送すべき他のポートへの正しい軌道に修正する。計算方法は図10、図11に示した通りである。

〔直線運動〕

図24は、請求項9記載の本発明の位置決め装置の一実施例である。搬送口ポット4に付属させてセンサ1個からなる検出手段9を設け、搬送口ポット4の搬送アーム12を駆動してウエハ13を直線運動させ、ウエハ13の外周縁上の2点を検出する。これらによって中心を算出して位置決めし、搬送すべき他のポートへの正しい軌道に修正する。計算方法は先に(式12)から(式15)に示した通りである。

次に、1つの検出手段(センサ)により半径未知の円盤状物の周縁上の少なくとも3点を検出する本発明の第2の方法および装置に従う実施例について、図31のように円盤状物を所定場所に載置して検出手段を移動させる場合と、図32A, 32Bのように検出手段を固定して円盤状物を移動させる場合とに分けて説明する。

〔実施例A〕

図31に示す装置では、1点検出型検出手段としてのセンサ9は、搬送装置の保持部の先端に具えられている。このセンサ9としては光学式反射型センサであることが好ましいが、円盤状物の周縁が検出できるセンサであるなら公知のものでかまわない。ここでは、搬送装置としての搬送口ポットと円盤状物47とは基準座標系上に配置されており、便宜上原点位置を搬送口ポットの搬送アーム12の旋回中心点上にあるものとし、円盤状物47は既知の載置台60上に載置されており移動しない。この基準座標系上でセンサ9が二次曲線の軌跡43に沿って移動することで、円盤状物47の周縁の3点もしくは4点の座標を検出する。

〔実施例B〕

図32の基準座標系上には、何れも位置が既知である搬送装置としての搬送口ポットとセンサ9とが固定されている。搬送口ポットの搬送アーム12の保持部14上には円盤状物47が吸着固定されており、この保持部14上の特定点が二次曲線の軌跡43に沿って移動する事で、センサ9が円盤状物47の周縁の3点

を検知する。図32Aに示すように、センサ9が円盤状物47へに隠されようとする時点では、円盤状物47の位置から円盤状物46への写像（移動）により、保持部14上の特定点K₁の像は原点K₀となり、センサ9で検出された周縁の点J₂の像は、原点への移動直線に平行に移動して点J₁に写像される。

2点目である点J₄は、図32Bに示すように、センサ9が円盤状物47から離れようとする時点で検出され、その時の保持部14上の特定点K₂のK₀への写像に伴って点J₃に写像される（保持部14の角度変化分の円盤状物46の角度変化は補償される）。

周縁上の残りの2点については、J₁、J₃の対称位置に検出されるが、これら4点のうち3点を使用して円盤状物47の中心位置及び半径を検出する。3点検出したところで保持部の動作を停止してもよい。

これらの測定値を基に交点座標さらに円盤状物の中心座標が算出され、前述した基準位置教示方法や自動教示方法等に用いられる。

なお、本発明の自動教示方法や自動位置決め方法や自動搬送方法を実施するための位置計算等は、上記実施例では搬送装置2の制御部11が行うものとしているが、本発明はこれに限らず、上記制御部11に接続した別途のコンピュータ等が行ってもよい。

また、図13のステップS11と、図14のステップT1と、図15のステップU1までの初期値の入力は、上記実施例ではプログラムの実行により自動的に行っているが、キーボード操作等で人手で行ってもよい。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明の円盤状物の基準位置自動教示方法および自動位置決め方法によれば、位置決め専用機を特に必要しないので、省スペース化が図れ、装置コストも押さえることができる。また、検出手段であるセンサも1個又は2個の安価な点センサで充分であり、コスト低下に貢献できた。

ちなみに、センサが1個の場合は、センサの座標が決まっているため光軸が多

少ずれてもよいので、コストダウンを図ることができる。

一方、一回の動作と複数のセンサを用いる場合は、スループット（生産性）を向上させることができ、またメンテナンス後のティーチングを容易に行うことができる。

さらに、本発明に基づく自動教示方法および装置によれば、図1の半導体製造設備の場合、作業工数が大幅に短縮でき、作業時間も従来の約10分の1の1～2時間程度に短縮することができた。さらに、搬送位置の目視確認等の人為的な誤差がなくなったので、メンテナンスを行っても作業前の状態に容易に回復できる。また円盤状物の搬送中に偏移量を算出することができるため、位置決め装置へ搬送する往復時間が省かれ、生産性も向上した。そして検出手段を常時作動させておき必要に応じて検出手段9を通過させれば、位置ずれ検出が行われるため、搬送が正常に行われているかを管理し、常に正常運転させることができる。

加えて、未知の円盤状物の半径も測定、判別することができるため、枚葉毎に本発明の装置で半径を確認すれば、サイズが異なるウエハを同時に半導体処理装置に供給して処理することができ、ライン稼働率と生産性の向上を実現することができる。

請求の範囲

1. 円盤状物の取扱装置にその取扱装置の位置を含む基準座標系での前記円盤状物の位置の基準となる基準位置を自動教示する方法において、

基準位置とする所定場所に置かれた半径既知の円盤状物の、前記基準座標系での中心位置を求める工程と、

前記中心位置に基づいて演算で求めた前記基準座標系での前記所定場所の位置を基準位置として前記取扱装置に記憶させる工程と、

を含み、

前記円盤状物の中心位置を求める工程は、

前記円盤状物に対し検出手段を相対的に移動させて前記円盤状物の円周に対し前記検出手段の1本の軌跡を交叉させる工程と、

前記交叉による2個の交点の、前記基準座標系での位置を求める工程と、

前記2個の交点を結ぶ線分の垂直二等分線上の特定点と前記2個の交点と前記円盤状物の半径とを用いて前記中心位置を算出する工程と、

を含むことを特徴とする、円盤状物の基準位置自動教示方法。

2. 前記検出手段の軌跡は円弧であることを特徴とする、請求項1記載の円盤状物の基準位置自動教示方法。

3. 円盤状物の取扱装置の位置を含む基準座標系での、半径既知の前記円盤状物の自動位置決めを行う方法において、

前記基準座標系での前記円盤状物の中心位置を求める工程と、

前記基準座標系での予め教示された中心位置から前記求められた中心位置への偏移量を算出する工程と、

を含み、

前記円盤状物の中心位置を求める工程は、

前記円盤状物に対し検出手段を相対的に移動させて前記円盤状物の円周に対し

前記検出手段の1本の軌跡を交叉させる工程と、

前記交叉による2個の交点の、前記基準座標系での位置を求める工程と、

前記2個の交点を結ぶ線分の垂直二等分線上の特定点と前記2個の交点と前記円盤状物の半径とを用いて前記中心位置を算出する工程と、

を含むことを特徴とする、円盤状物の自動位置決め方法。

4. 円盤状物の取扱装置の位置を含む基準座標系での、周縁の一部に1個の凹部又は1個の凸部を有する半径既知の円盤状物の自動位置決めを行う方法において、

前記基準座標系での、前記凹部又は凸部を有する円盤状物の中心位置を求める工程と、

前記基準座標系での、予め教示された中心位置から前記求められた中心位置への偏移量を算出する工程と、

を含み、

前記凹部又は凸部を有する円盤状物の中心位置を求める工程は、

前記円盤状物に対し検出手段を相対的に移動させて前記円盤状物の周縁に対し前記検出手段の2本の軌跡を交叉させる工程と、

前記円盤状物の周縁と前記2本の軌跡との交叉による各組2点からなる2組の交点の、前記基準座標系での位置を求める工程と、

前記2組についてそれぞれ、前記2個の交点を結ぶ線分の垂直二等分線上の特定点と前記2個の交点と前記円盤状物の半径とを用いてそれらの交点が前記凹部又は凸部を除いた前記周縁を含む円周上にあるとした場合の円の中心位置を算出する工程と、

前記算出した2個の中心位置を対比して前記交点が前記凹部又は凸部に位置する場合の中心点の位置ずれ方向に基づき前記円盤状物の中心位置を選択する工程と、

を含むことを特徴とする、円盤状物の自動位置決め方法。

5. 前記検出手段の軌跡は円弧であることを特徴とする、請求項 3 または請求項 4 記載の円盤状物の自動位置決め方法。

6. 請求項 3 から請求項 5 までの何れか記載の円盤状物の自動位置決め方法を行う工程と、

前記位置決め方法で算出した偏移量に基づいて、前記取扱装置としての搬送装置の保持部の予め教示された搬送軌道を修正する工程と、

前記修正した搬送軌道に沿って前記搬送装置の前記保持部で前記円盤状物を所定の搬送位置に搬送する工程と、

を含むことを特徴とする、円盤状物の自動搬送方法。

7. 円盤状物の取扱装置にその取扱装置の位置を含む基準座標系での前記円盤状物の位置の基準となる基準位置を自動教示する装置において、

基準位置とする所定場所に置かれた半径既知の円盤状物の、前記基準座標系での中心位置を求める手段と、

前記中心位置に基づいて演算で求めた前記基準座標系での前記所定場所の位置を基準位置として前記取扱装置に記憶させる手段と、

を具え、

前記円盤状物の中心位置を求める手段は、

前記円盤状物に対し検出手段を相対的に移動させて前記円盤状物の円周に対し前記検出手段の 1 本の軌跡を交叉させる手段と、

前記交叉による 2 個の交点の、前記基準座標系での位置を求める手段と、

前記 2 個の交点を結ぶ線分の垂直二等分線上の特定点と前記 2 個の交点と前記円盤状物の半径とを用いて前記中心位置を算出する手段と、

を有することを特徴とする、円盤状物の基準位置自動教示装置。

8. 前記検出手段の軌跡は円弧であることを特徴とする、請求項 7 記載の円盤状物の基準位置自動教示装置。

9. 円盤状物の取扱装置の位置を含む基準座標系での、半径既知の前記円盤状

物の自動位置決めを行う装置において、

前記基準座標系での前記円盤状物の中心位置を求める手段と、

前記基準座標系での、予め教示された中心位置から前記求められた中心位置への偏移量を算出する手段と、

を具え、

前記円盤状物の中心位置を求める手段は、

前記円盤状物に対し検出手段を相対的に移動させて前記円盤状物の円周に対し前記検出手段の1本の軌跡を交叉させる手段と、

前記交叉による2個の交点の、前記基準座標系での位置を求める手段と、

前記2個の交点を結ぶ線分の垂直二等分線上の特定点と前記2個の交点と前記円盤状物の半径とを用いて前記中心位置を算出する手段と、

を有することを特徴とする、円盤状物の自動位置決め装置。

10. 円盤状物の取扱装置の位置を含む基準座標系での、周縁の一部に1個の凹部又は1個の凸部を有する半径既知の円盤状物の自動位置決めを行う装置において、

前記基準座標系での、前記凹部又は凸部を有する円盤状物の中心位置を求める手段と、

前記基準座標系での、予め教示された中心位置から前記求められた中心位置への偏移量を算出する手段と、

を具え、

前記凹部又は凸部を有する円盤状物の中心位置を求める手段は、

前記円盤状物に対し検出手段を相対的に移動させて前記円盤状物の周縁に対し前記検出手段の2本の軌跡を交叉させる手段と、

前記円盤状物の周縁と前記2本の軌跡との交叉による各組2点からなる2組の交点の、前記基準座標系での位置を求める手段と、

前記2組についてそれぞれ、前記2個の交点を結ぶ線分の垂直二等分線上の特

定点と前記 2 個の交点と前記円盤状物の半径とを用いてそれらの交点が前記凹部又は凸部を除いた前記周縁を含む円周上にあるとした場合の円の中心位置を算出する手段と、

前記算出した 2 個の中心位置を対比して前記交点が前記凹部又は凸部に位置する場合の中心点の位置ずれ方向に基づき前記円盤状物の中心位置を選択する手段と、

を有することを特徴とする、円盤状物の自動位置決め装置。

1 1. 前記検出手段の軌跡は円弧であることを特徴とする、請求項 9 または請求項 10 記載の円盤状物の自動位置決め装置。

1 2. 請求項 9 から請求項 1 1 までの何れか記載の円盤状物の自動位置決め装置と、

前記円盤状物の位置決め装置が算出した偏移量に基づいて搬送装置の保持部の予め教示された搬送軌道を修正する手段と、

前記搬送装置の前記保持部の作動を制御して、前記修正した搬送軌道に沿って前記保持部で前記円盤状物を所定の搬送位置に搬送する手段と、

を具えることを特徴とする、円盤状物の自動搬送装置。

1 3. 円盤状物の取扱装置の位置を含む基準座標系での、周縁の一部に 1 個の凹部又は 1 個の凸部を有する半径未知の円盤状物の自動位置決めを行う方法において、

前記基準座標系での、前記凹部又は凸部を有する円盤状物の中心位置を求める工程と、

前記基準座標系での、予め教示された中心位置から前記求められた中心位置への偏移量を算出する工程と、

を含み、

前記凹部又は凸部を有する円盤状物の中心位置を求める工程は、

前記円盤状物に対し検出手段を相対的に移動させて前記円盤状物の周縁に対し

前記検出手段の軌跡を3本交叉させて1組2点からなる3組の交点の、前記基準座標系での位置を求める工程と、

前記3組の交点のそれぞれについての3本の垂直二等分線のうち共通する垂直二等分線を選択する工程と、

前記共通する垂直二等分線上の特定点とその共通する垂直二等分線についての2組の交点とから前記円盤状物の半径および中心位置を算出する工程と、を含むことを特徴とする、円盤状物の自動位置決め方法。

14. 前記検出手段の軌跡は円弧であることを特徴とする、請求項13記載の円盤状物の自動位置決め方法。

15. 円盤状物の取扱装置の位置を含む基準座標系での、周縁の一部に1個の凹部又は1個の凸部を有する半径未知の円盤状物の自動位置決めを行う装置において、

前記基準座標系での、前記凹部又は凸部を有する円盤状物の中心位置を求める手段と、

前記基準座標系での、予め教示された中心位置から前記求められた中心位置への偏移量を算出する手段と、
を具え、

前記凹部又は凸部を有する円盤状物の中心位置を求める手段は、

前記円盤状物に対し検出手段を相対的に移動させて前記円盤状物の周縁に対し前記検出手段の軌跡を3本交叉させて1組2点からなる3組の交点の、前記基準座標系での位置を求める手段と、

前記3組の交点のそれぞれについての3本の垂直二等分線のうち共通する垂直二等分線を選択する手段と、

前記共通する垂直二等分線上の特定点とその共通する垂直二等分線についての2組の交点とから前記円盤状物の半径および中心位置を算出する手段と、
を有することを特徴とする、円盤状物の自動位置決め装置。

1 6. 前記検出手段の軌跡は円弧であることを特徴とする、請求項 1 5 記載の円盤状物の自動位置決め装置。

1 7. 周縁の一部に 1 個の凹部又は 1 個の凸部を有する半径未知の円盤状物の自動搬送装置において、

請求項 1 5 または請求項 1 6 記載の円盤状物の自動位置決め装置と、

前記位置決め装置が算出した偏移量に基づいて搬送装置の保持部の予め教示された搬送軌道を修正する修正手段と、

前記搬送装置の前記保持部の作動を制御して、前記修正した搬送軌道に沿って前記保持部で前記円盤状物を所定の搬送位置に搬送する手段と、

を具えることを特徴とする、円盤状物の自動搬送装置。

1 8. 円盤状物の取扱装置の位置を含む基準座標系での前記円盤状物の位置の基準となる基準位置を自動教示する方法において、

基準位置とする所定場所に半径未知の円盤状物を置く工程と、

前記基準座標系での前記円盤状物の中心位置を求める工程と、

前記中心位置に基づいて演算で求めた前記基準座標系での前記所定場所の位置を基準位置として前記取扱装置に記憶させる工程と、

を含み、

前記円盤状物の中心位置を求める工程は、

1 個の 1 点検出型検出手段が前記円盤状物に対する相対移動によりその円盤状物の周縁上の少なくとも 3 点を検出する工程と、

前記検出した少なくとも 3 点の座標位置と円周の公式とを用いて中心位置を求める工程と、

を含むことを特徴とする、円盤状物の自動教示方法。

1 9. 前記 1 個の 1 点検出型検出手段が前記円盤状物の周縁上の少なくとも 3 点を検出する工程に代えて、

前記円盤状物の周縁上の前記少なくとも 3 点が、3 個以上の 1 点検出型検出手

段によって検出され、前記3個以上の検出手段が、前記円盤状物の周縁に対し相対的にそれぞれ1回交叉して前記少なくとも3点を検出する工程を含むことを特徴とする、請求項18記載の円盤状物の自動教示方法。

20. 前記少なくとも3点を検出する工程は、

前記検出手段が前記円盤状物に対し相対的にO字型、V字型、U字型、L字型またはC字型の軌跡を描いて前記円盤状物の周縁と交叉する工程を含むことを特徴とする、請求項18または請求項19記載の円盤状物の自動教示方法。

21. 前記円盤状物は、周縁に凸部または凹部がある半径未知のものであり、

前記円盤状物の周縁上の検出される少なくとも3点が、4点以上であって、

前記4点以上のうち3点が構成する全ての組合せについて円周の公式から求めた半径または中心位置が全て一致する場合にその値を選択し、不一致の場合は一致するまで前記4点以上の検出を繰り返すことを特徴とする、請求項18から請求項20までの何れか記載の円盤状物の自動教示方法。

22. 円盤状物の取扱装置の位置を含む基準座標系での、半径未知の前記円盤状物の自動位置決め方法において、

前記基準座標系での前記円盤状物の中心位置を求める工程と、

前記基準座標系での、予め教示された中心位置から前記求められた中心位置への偏移量を算出する工程と、

を含み、

前記円盤状物の中心位置を求める工程は、

1個の1点検出型検出手段が前記円盤状物に対する相対移動によりその円盤状物の周縁上の少なくとも3点を検出する工程と、

前記検出した少なくとも3点の座標位置と円周の公式とを用いて中心位置を求める工程と、

を含むことを特徴とする、円盤状物の自動位置決め方法。

23. 前記1個の1点検出型検出手段が前記円盤状物の周縁上の少なくとも3

点を検出する工程に代えて、

前記円盤状物の周縁上の前記少なくとも3点が、3個以上の1点検出型検出手段によって検出され、前記3個以上の検出手段が、前記円盤状物の周縁に対し相対的にそれぞれ1回交叉して前記少なくとも3点を検出する工程を含むことを特徴とする、請求項22記載の円盤状物の自動位置決め方法。

24. 前記少なくとも3点を検出する工程は、

前記検出手段が前記円盤状物に対し相対的にO字型、V字型、U字型、L字型またはC字型の軌跡を描いて前記円盤状物の周縁と交叉する工程を含むことを特徴とする、請求項22または請求項23記載の円盤状物の自動位置決め方法。

25. 前記円盤状物は、周縁に凸部または凹部がある半径未知のものであり、

前記円盤状物の周縁上の検出される少なくとも3点が、4点以上であって、

前記4点以上のうち3点が構成する全ての組合せについて円周の公式から求めた半径または中心位置が全て一致する場合にその値を選択し、不一致の場合は一致するまで前記4点以上の検出を繰り返すことを特徴とする、請求項22から請求項24までのいずれか記載の円盤状物の自動位置決め方法。

26. 請求項22から請求項25までの何れか記載の円盤状物の自動位置決め方法を用いた円盤状物の自動搬送方法において、

前記位置決め方法で算出した偏移量に基づいて、前記取扱装置としての搬送装置の保持部の予め教示された搬送軌道を修正する工程と、

前記修正した搬送経路に沿って前記搬送装置の前記保持部で前記円盤状物を所定の搬送位置に搬送する工程と、

を含むことを特徴とする、円盤状物の自動搬送方法。

27. 円盤状物の取扱装置にその取扱装置の位置を含む基準座標系での前記円盤状物の位置の基準となる基準位置を自動教示する装置において、

基準位置とする所定場所に置かれた半径未知の円盤状物の、前記基準座標系での中心位置を求める手段と、

前記中心位置に基づいて演算で求めた前記基準座標系での前記所定場所の位置を基準位置として前記取扱装置に記憶させる手段と、
を具え、

前記円盤状物の中心位置を求める手段は、

1 個の 1 点検出型検出手段の、前記円盤状物に対する相対移動により前記円盤状物の周縁上の少なくとも 3 点を検出する手段と、

前記検出した少なくとも 3 点の座標位置と円周の公式とを用いて中心位置を求める手段と、

を具えることを特徴とする、円盤状物の自動教示装置。

28. 前記 1 個の 1 点検出型検出手段で前記円盤状物の周縁上の少なくとも 3 点を検出する手段に代えて、

前記円盤状物の周縁上の前記少なくとも 3 点を、3 個以上の 1 点検出型検出手段によって検出する手段であって、前記 3 個以上の検出手段を前記円盤状物の周縁に対し相対的にそれぞれ 1 回交叉させて前記少なくとも 3 点を検出する手段を含むことを特徴とする、請求項 28 記載の円盤状物の自動教示装置。

29. 前記少なくとも 3 点を検出する手段では、

前記検出手段が前記円盤状物に対し相対的に O 字型、V 字型、U 字型、L 字型または C 字型の軌跡を描いて前記円盤状物の周縁と交叉することを特徴とする、請求項 27 または請求項 28 記載の円盤状物の自動教示装置。

30. 前記円盤状物は、周縁に凸部または凹部がある半径未知のものであり、

前記少なくとも 3 点を検出する手段では、検出される前記円盤状物の周縁上の前記少なくとも 3 点が、4 点以上であって、

前記 4 点以上のうち 3 点が構成する全ての組合せについて円周の公式から求めた半径または中心位置が全て一致する場合にその値を選択し、不一致の場合は一致するまで前記 4 点以上の検出を繰り返すことを特徴とする、請求項 27 から請求項 29 までの何れか記載の円盤状物の自動教示装置。

3 1. 円盤状物の取扱装置の位置を含む基準座標系での、半径未知の前記円盤状物の自動位置決めを行う装置において、

前記基準座標系での前記円盤状物の中心位置を求める手段と、

前記基準座標系での、予め教示された中心位置から前記求められた中心位置への偏移量を算出する手段と、

を具え、

前記円盤状物の中心位置を求める手段は、

1 個の 1 点検出型検出手段の、前記円盤状物に対する相対移動によりその円盤状物の周縁上の少なくとも 3 点を検出する手段と、

前記検出した少なくとも 3 点の座標位置と円周の公式とを用いて前記円盤状物の中心位置を求める手段と、

を含むことを特徴とする、円盤状物の自動位置決め装置。

3 2. 前記 1 個の 1 点検出型検出手段で前記円盤状物の周縁上の少なくとも 3 点を検出する手段に代えて、

前記円盤状物の周縁上の前記少なくとも 3 点を、3 個以上の 1 点検出型検出手段によって検出する手段であって、前記 3 個以上の検出手段を前記円盤状物の周縁に対し相対的にそれぞれ 1 回交叉させて前記少なくとも 3 点を検出する手段を含むことを特徴とする、請求項 3 1 記載の円盤状物の自動位置決め装置。

3 3. 前記少なくとも 3 点を検出する手段では、

前記検出手段が前記円盤状物に対し相対的に O 字型、V 字型、U 字型、L 字型または C 字型の軌跡を描いて前記円盤状物の周縁と交叉することを特徴とする、請求項 3 1 または請求項 3 2 記載の円盤状物の自動位置決め装置。

3 4. 前記円盤状物は、周縁に凸部または凹部がある半径未知のものであり、

前記少なくとも 3 点を検出する手段では、検出される前記円盤状物の周縁上の前記少なくとも 3 点が、4 点以上であって、

前記 4 点以上のうち 3 点が構成する全ての組合せについて円周の公式から求め

た半径または中心位置が全て一致する場合にその値を選択し、不一致の場合は一致するまで前記4点以上の検出を繰り返すことを特徴とする、請求項31から請求項33までの何れか記載の円盤状物の自動位置決め装置。

35. 請求項31から請求項34までの何れか記載の円盤状物の自動位置決め装置を用いる円盤状物の自動搬送装置において、

前記位置決め手段が算出した偏移量に基づいて、前記取扱装置としての搬送装置の保持部の予め教示された搬送軌道を修正する手段と、

前記搬送装置の前記保持部の作動を制御して、前記修正した搬送経路に沿って前記保持部で前記円盤状物を所定の搬送位置に搬送する手段と、

を具えることを特徴とする、円盤状物の自動搬送装置。

36. 請求項7、請求項8、請求項27から請求項30までの何れか記載の円盤状物の基準位置教示装置と、

請求項9から請求項11まで、請求項15、請求項16、請求項31から請求項34までの何れか記載の円盤状物の位置決め装置と、

請求項12、請求項17または請求項35記載の円盤状物の搬送装置と、の少なくとも一つを具えることを特徴とする、半導体自動製造設備。

FIG. 1

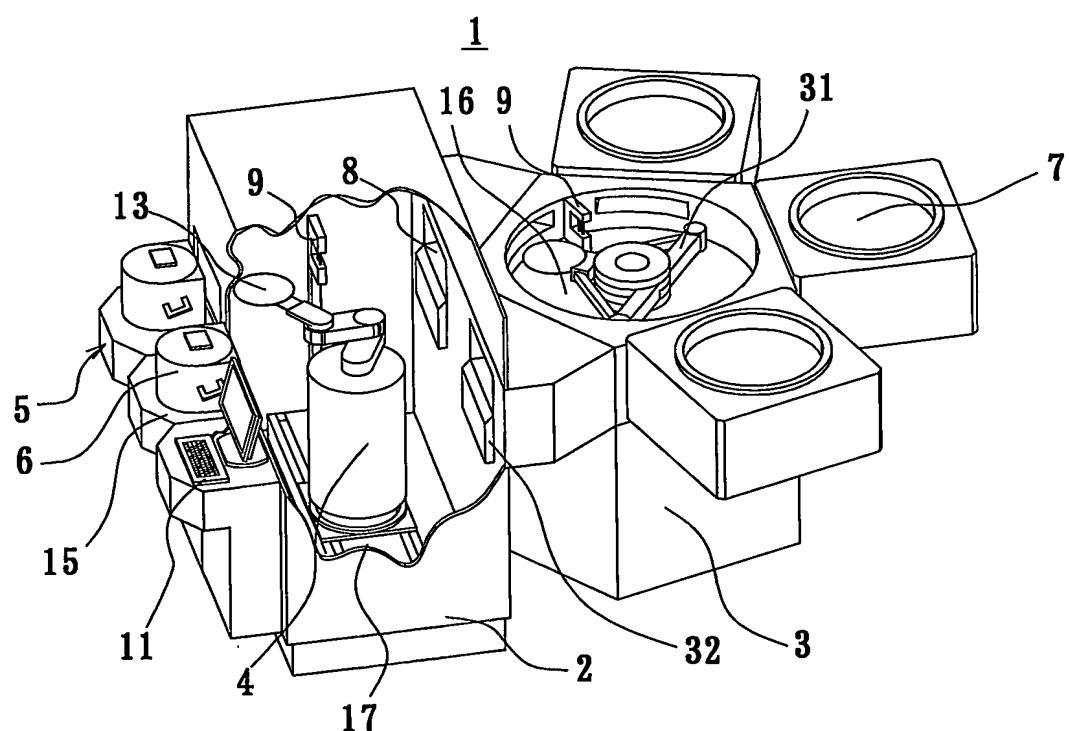


FIG. 2

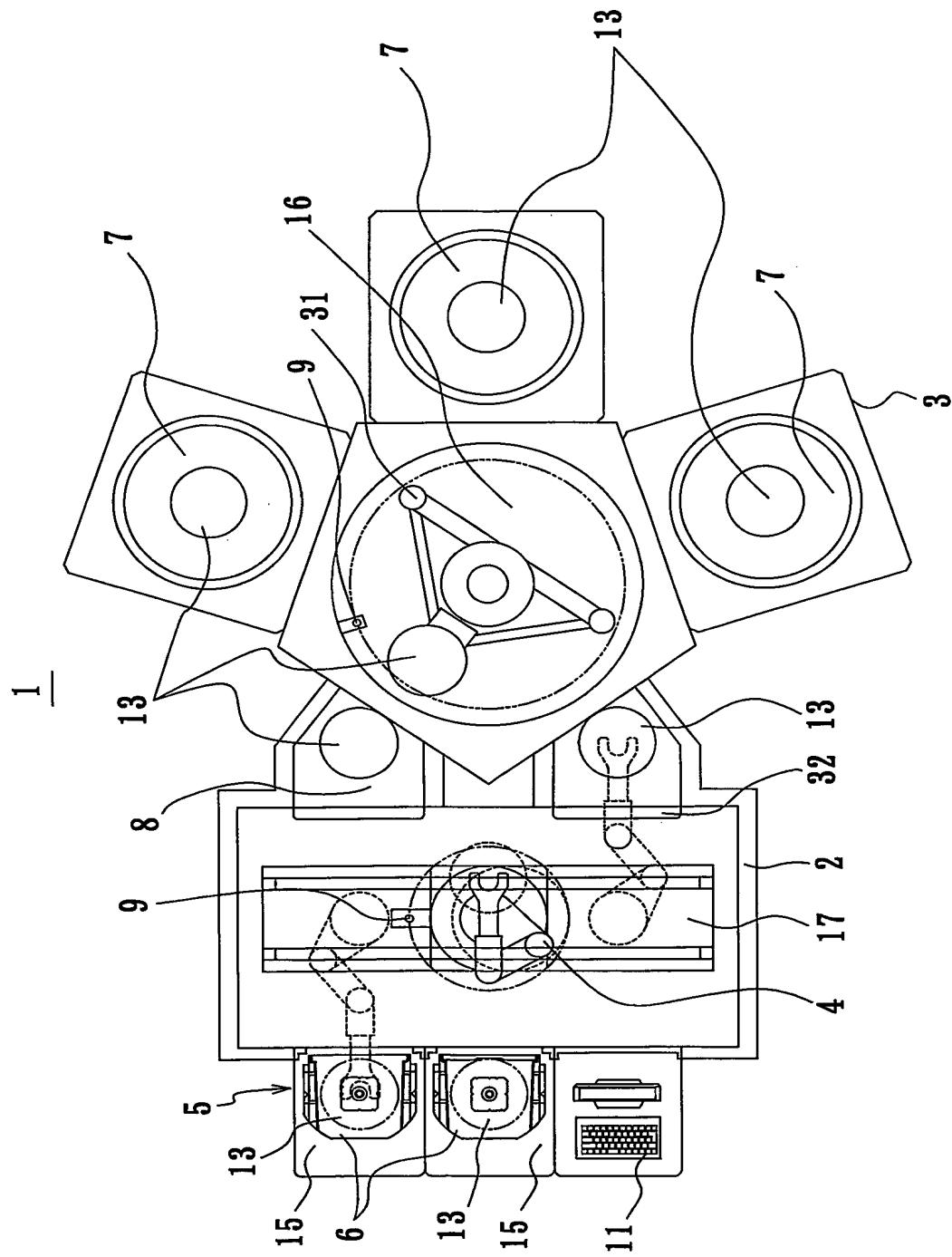


FIG. 3

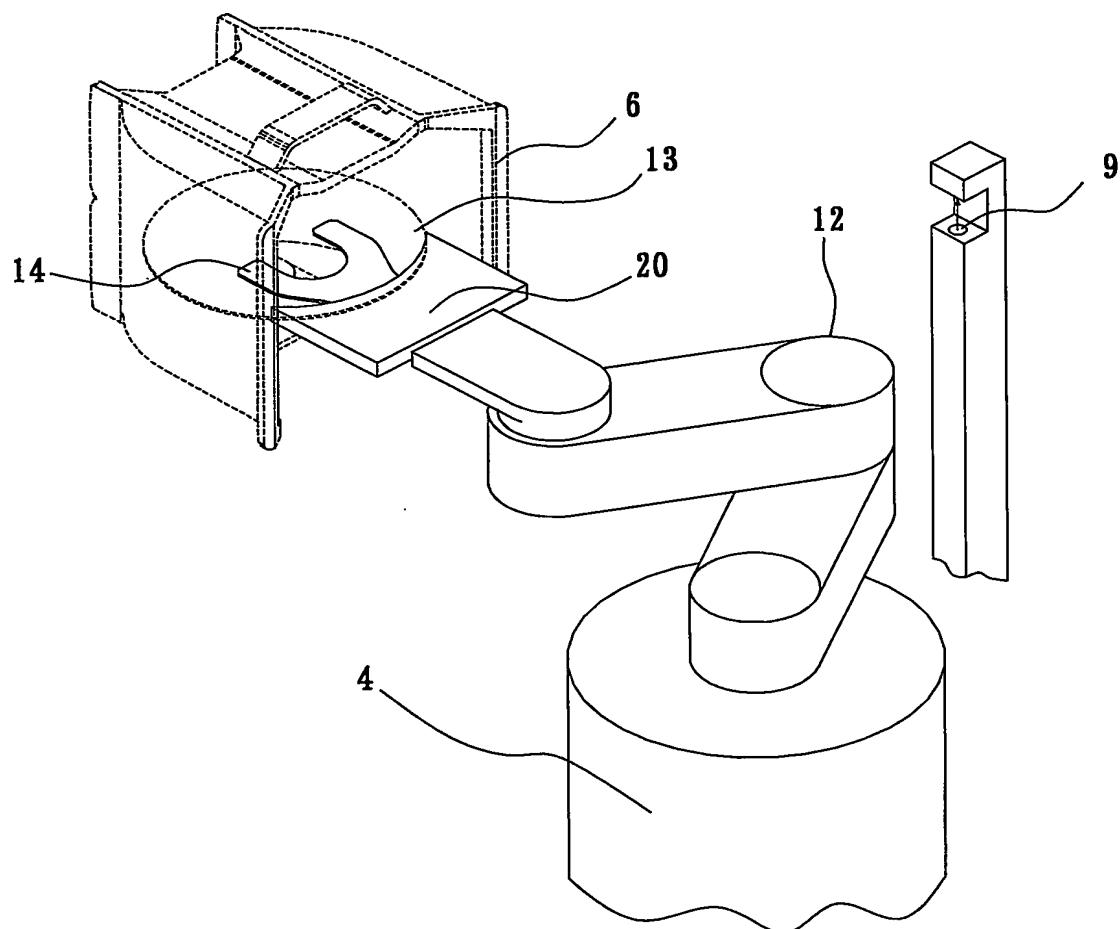


FIG. 4

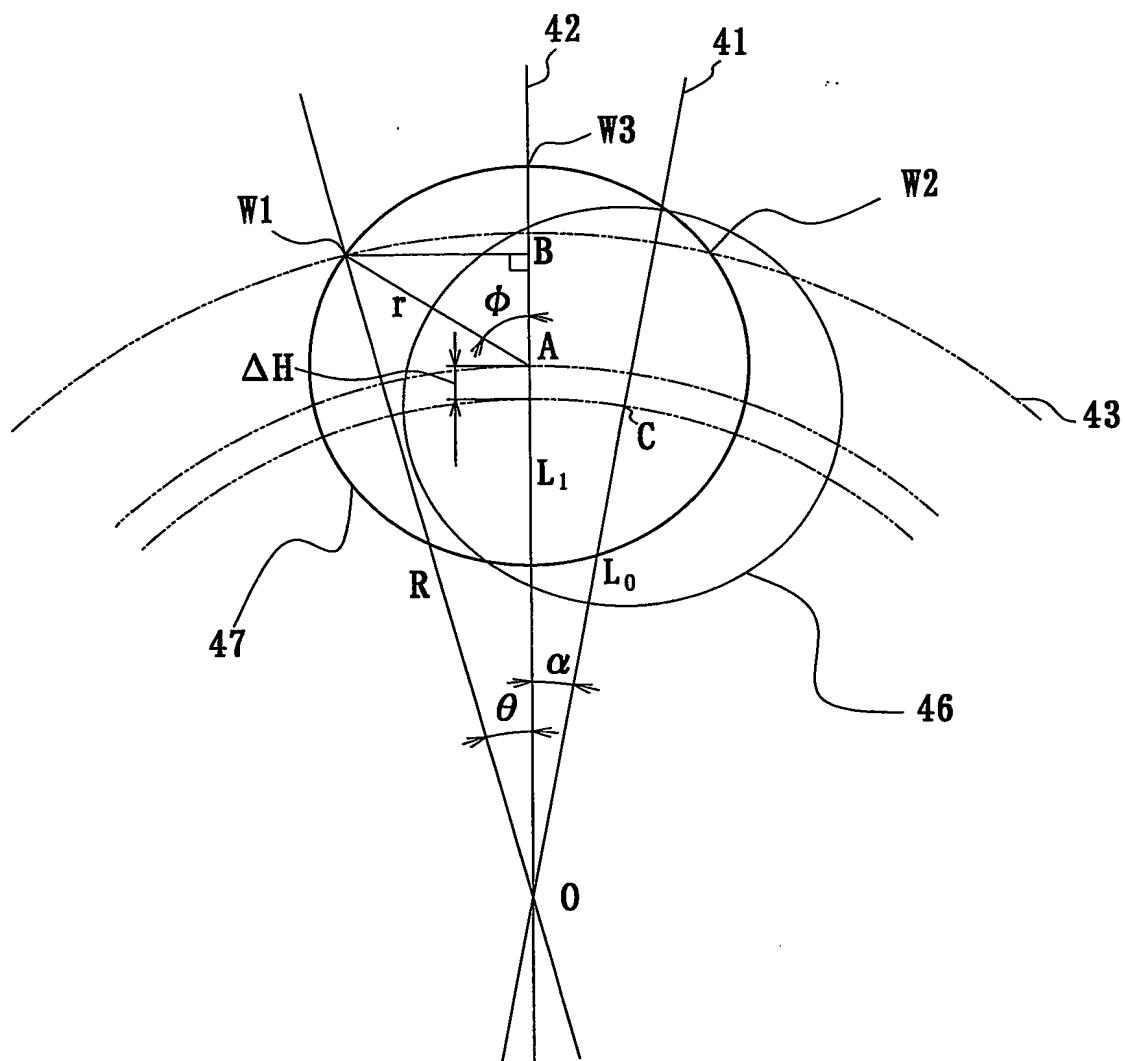


FIG. 5

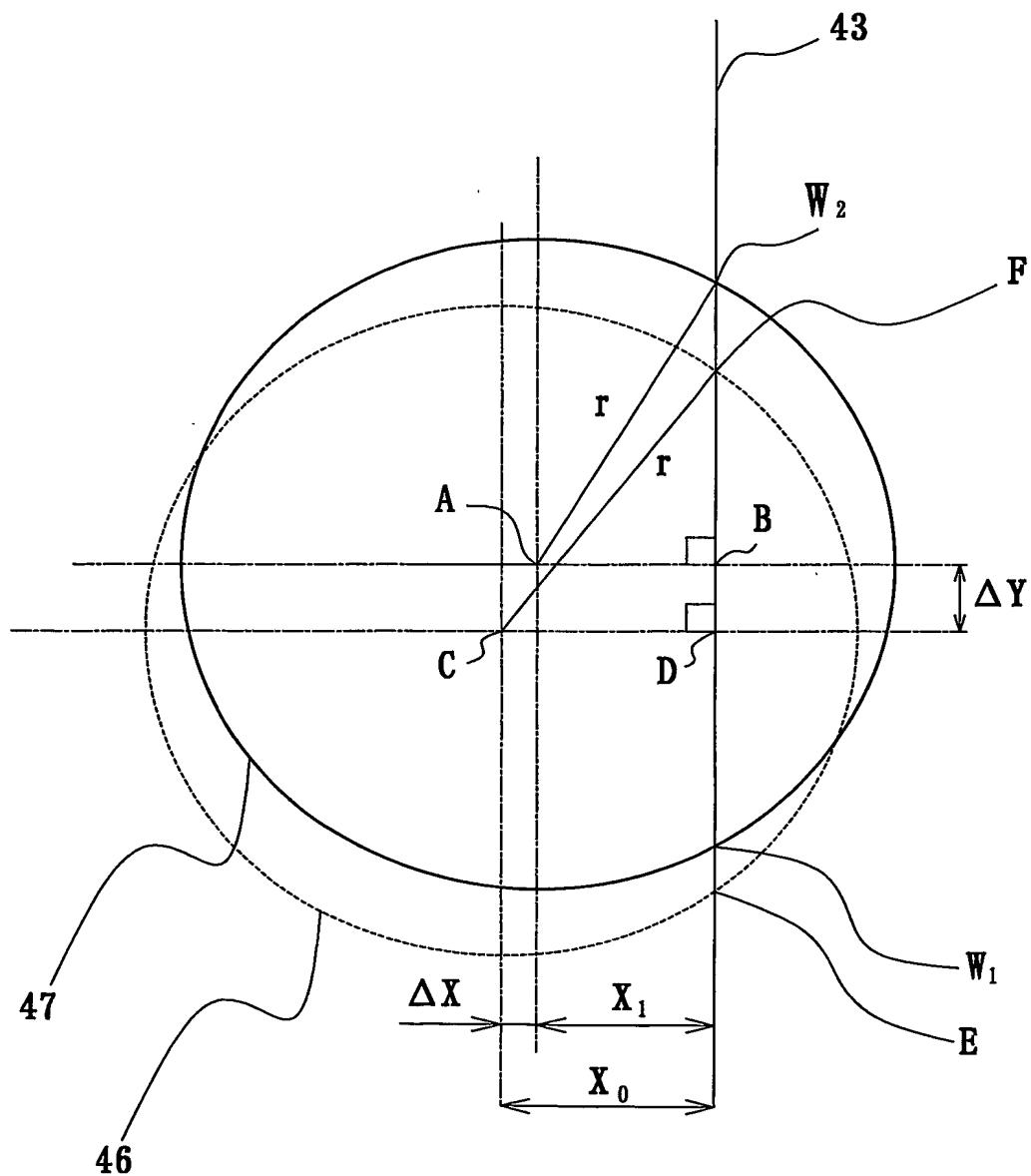


FIG. 6

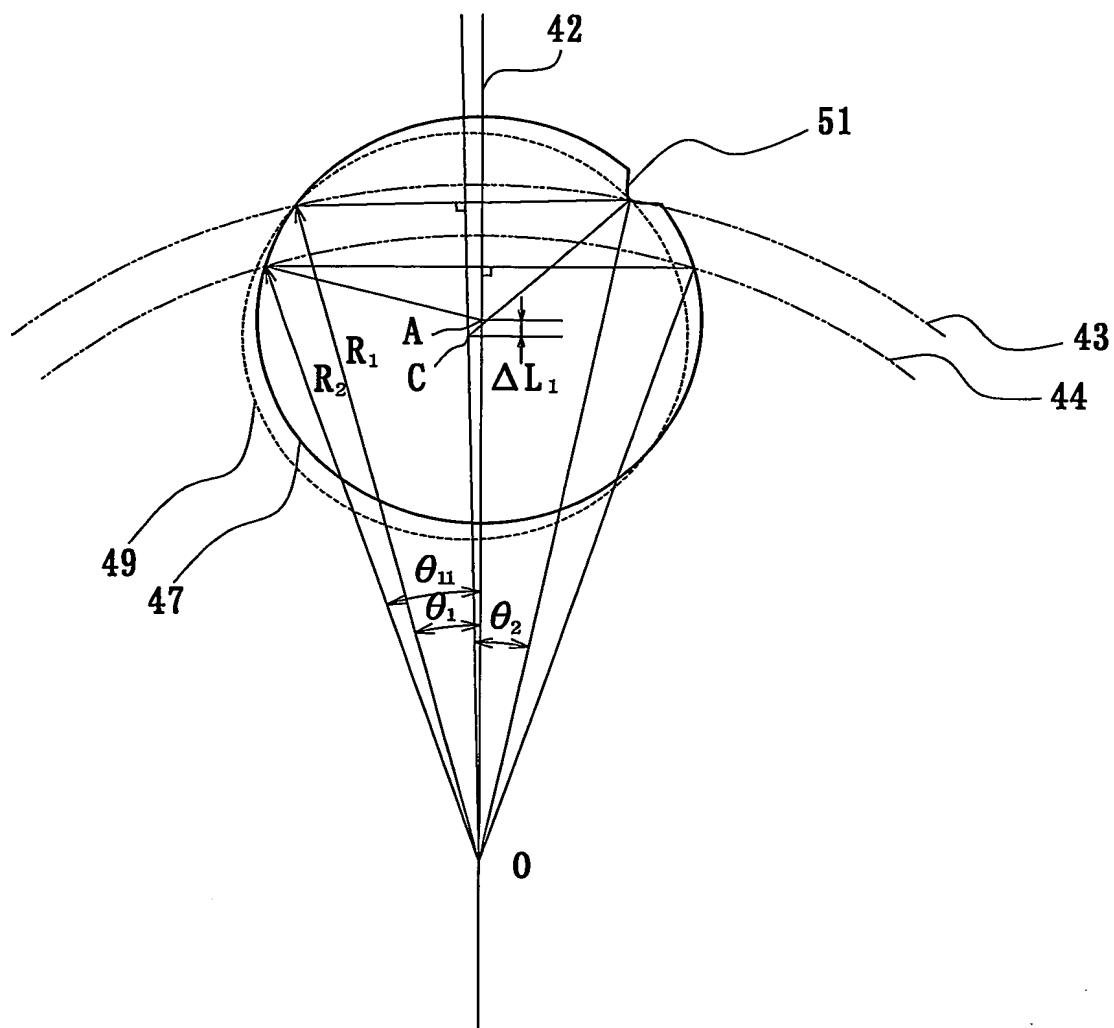


FIG. 7

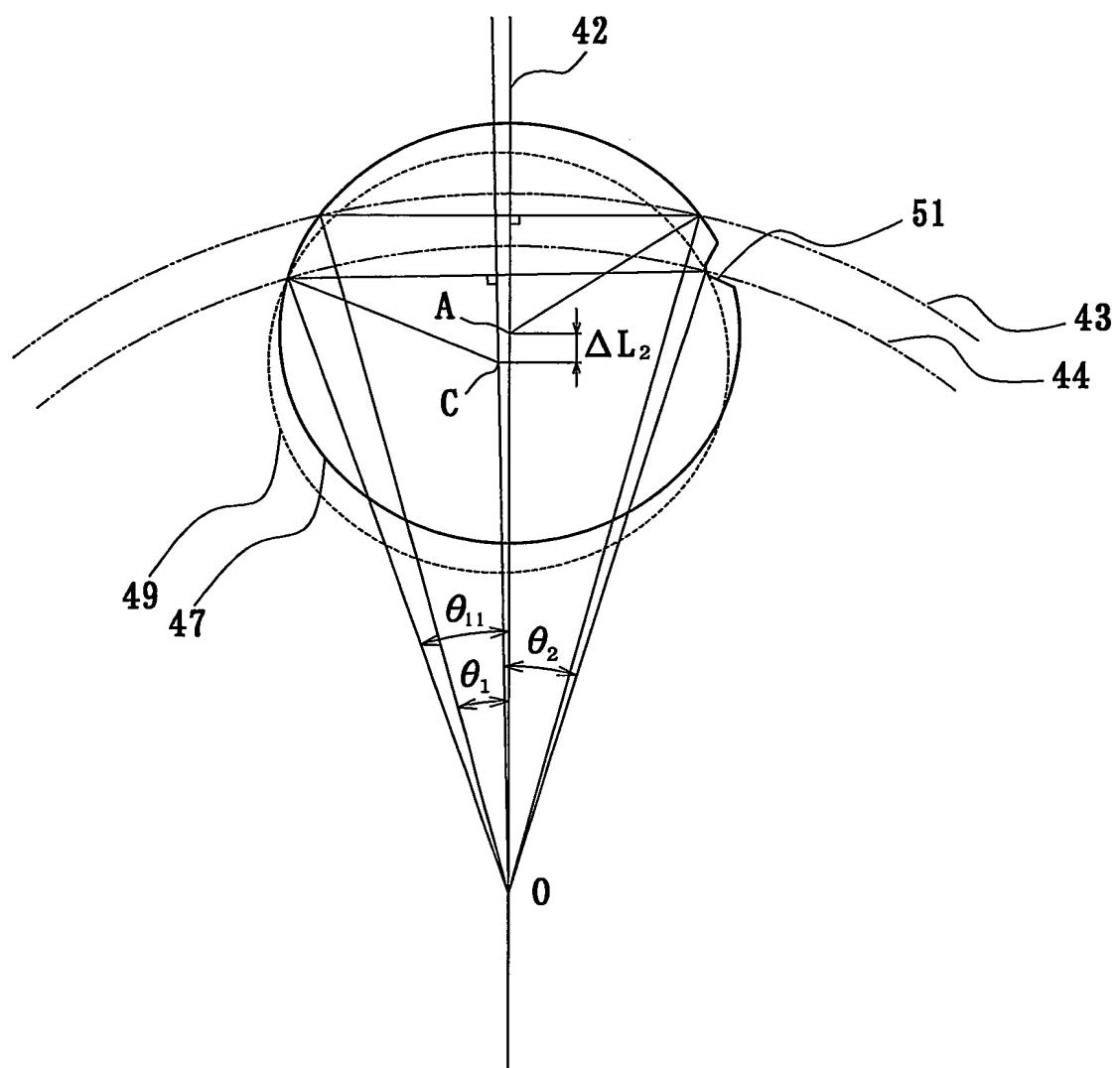


FIG. 8

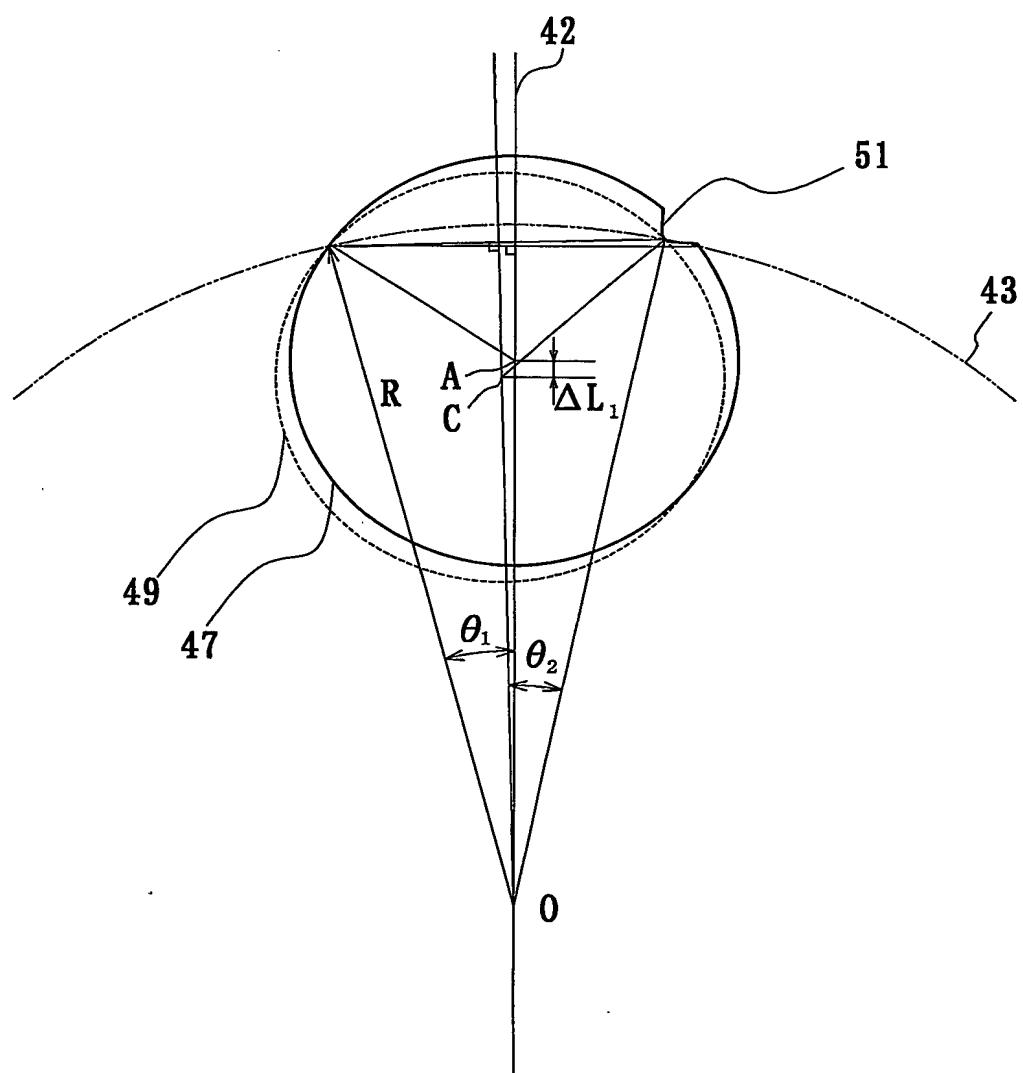


FIG. 9

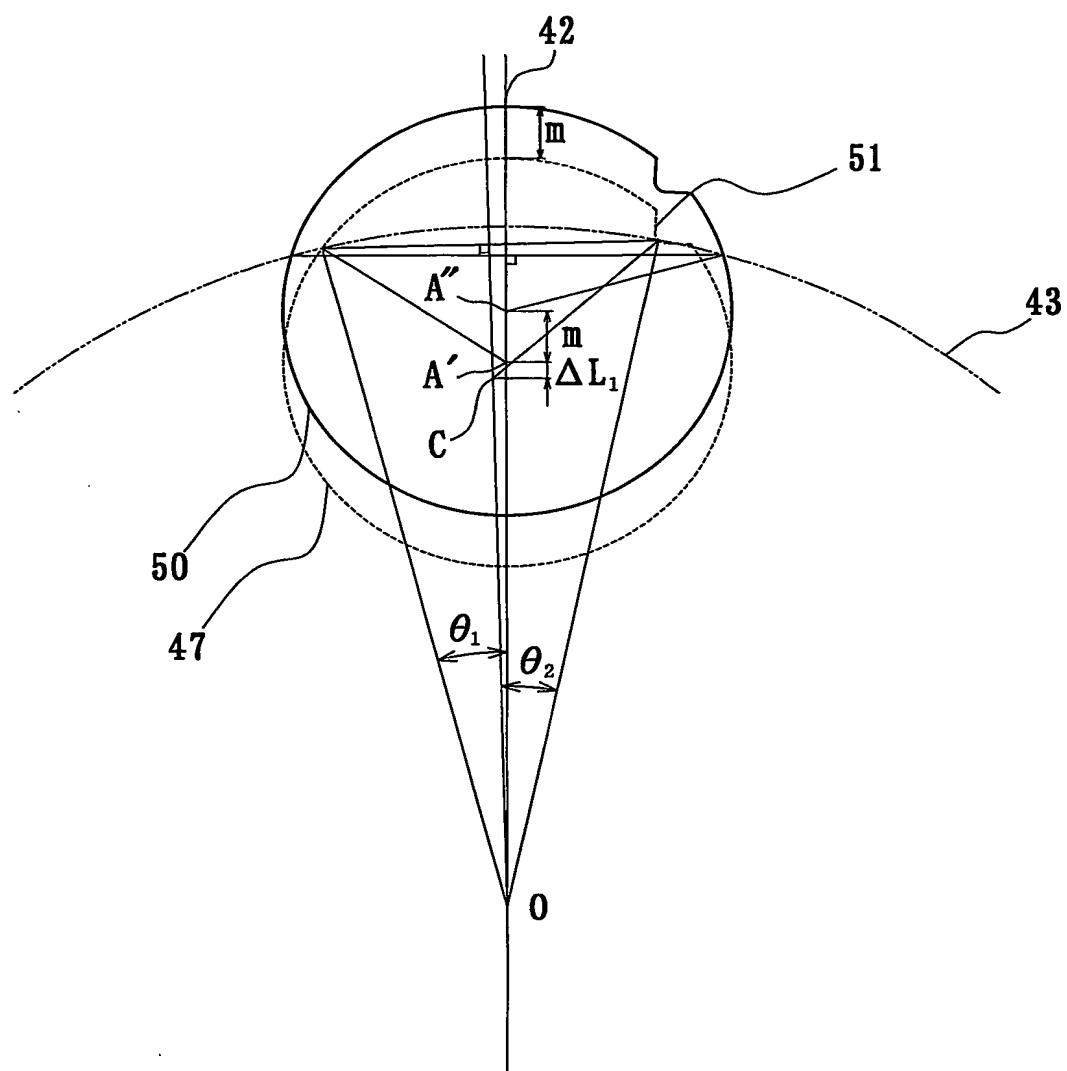


FIG. 10

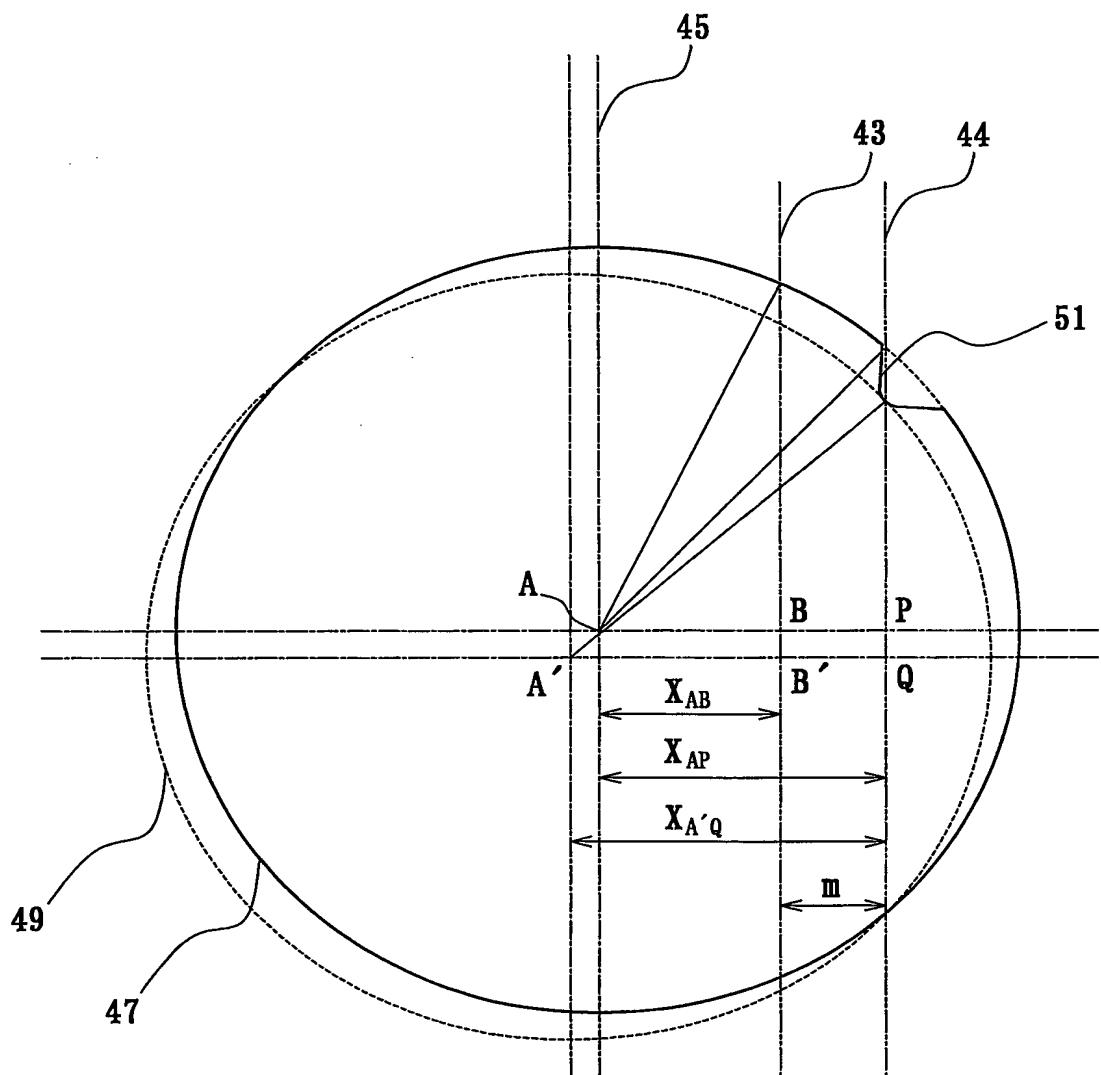


FIG. 11

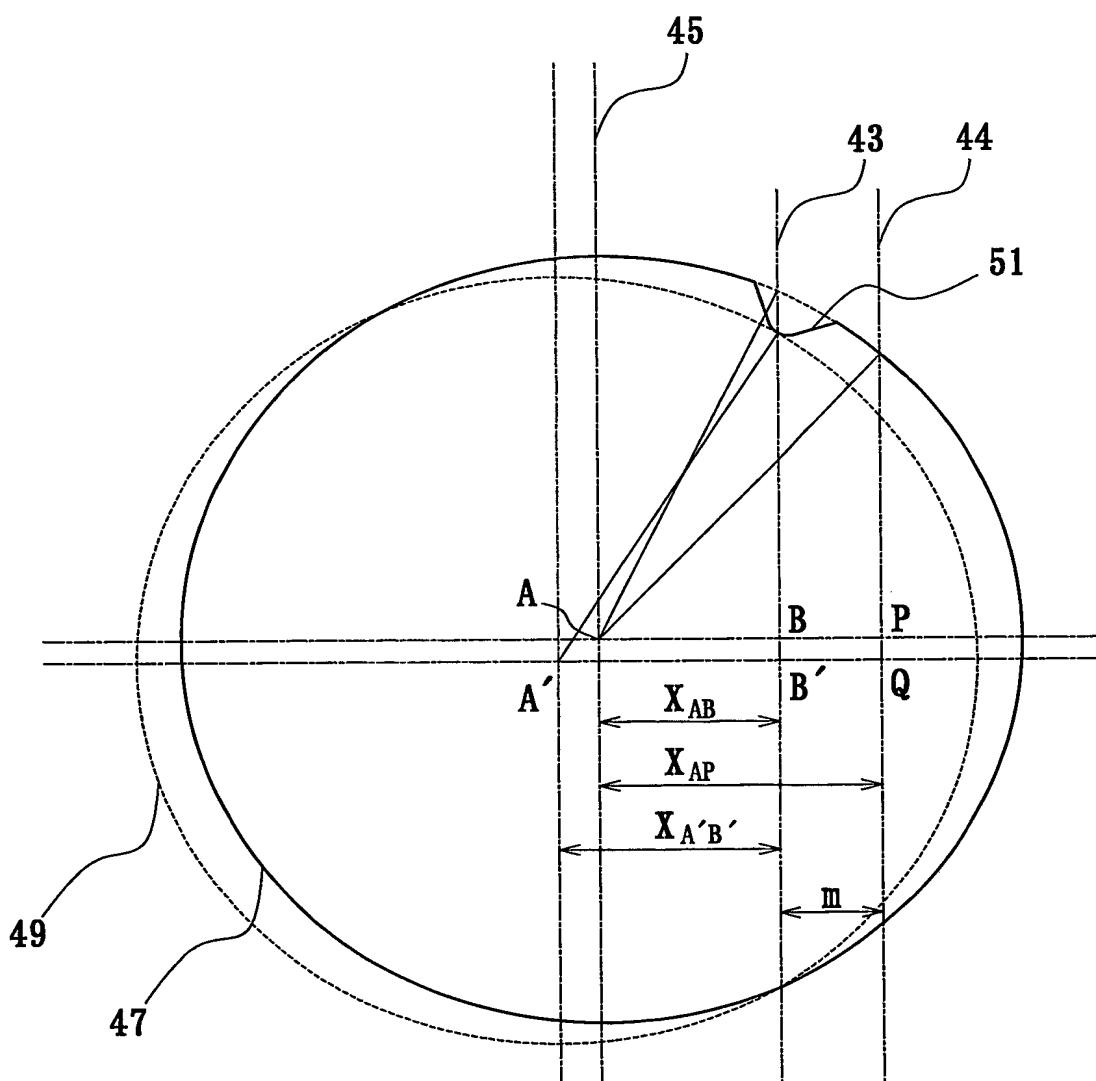


FIG. 12

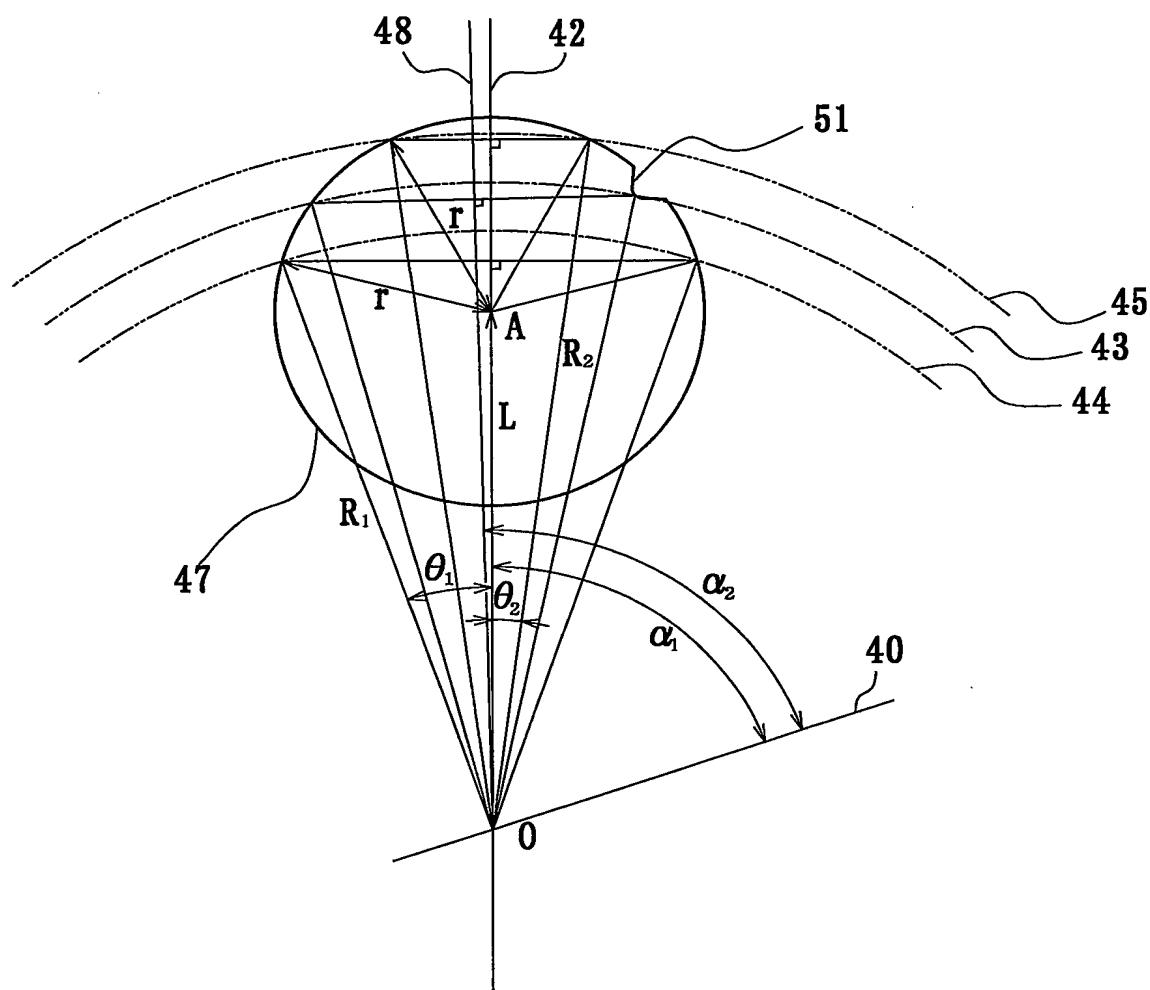


FIG. 13

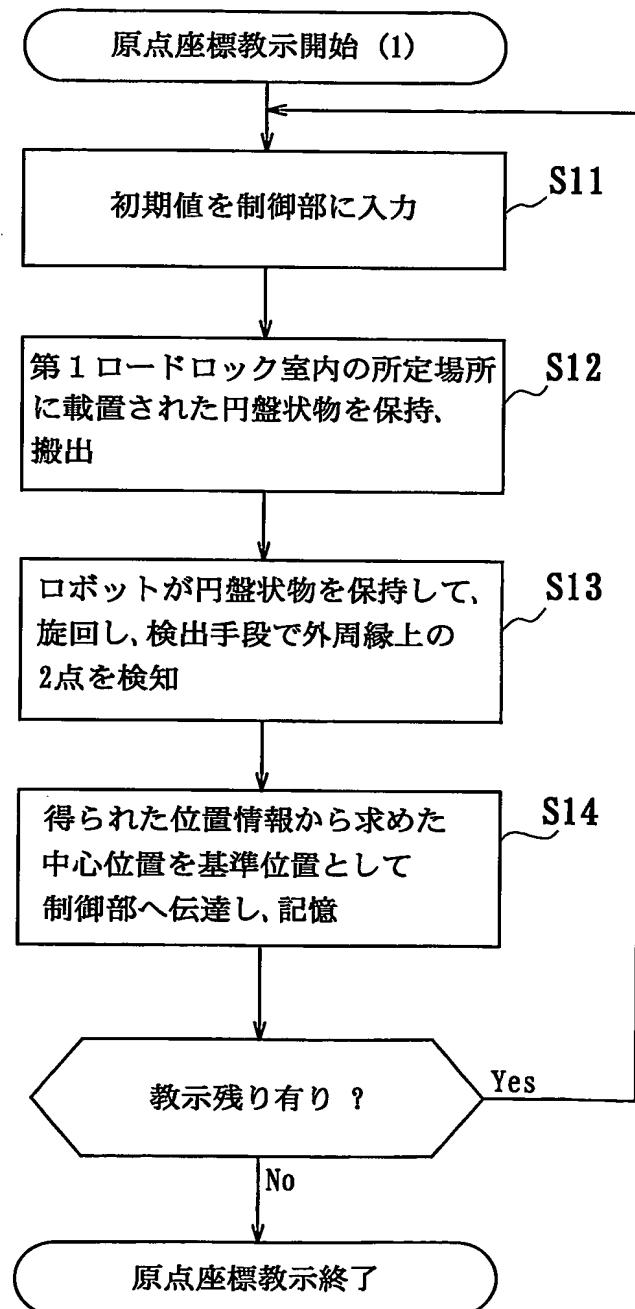


FIG. 14

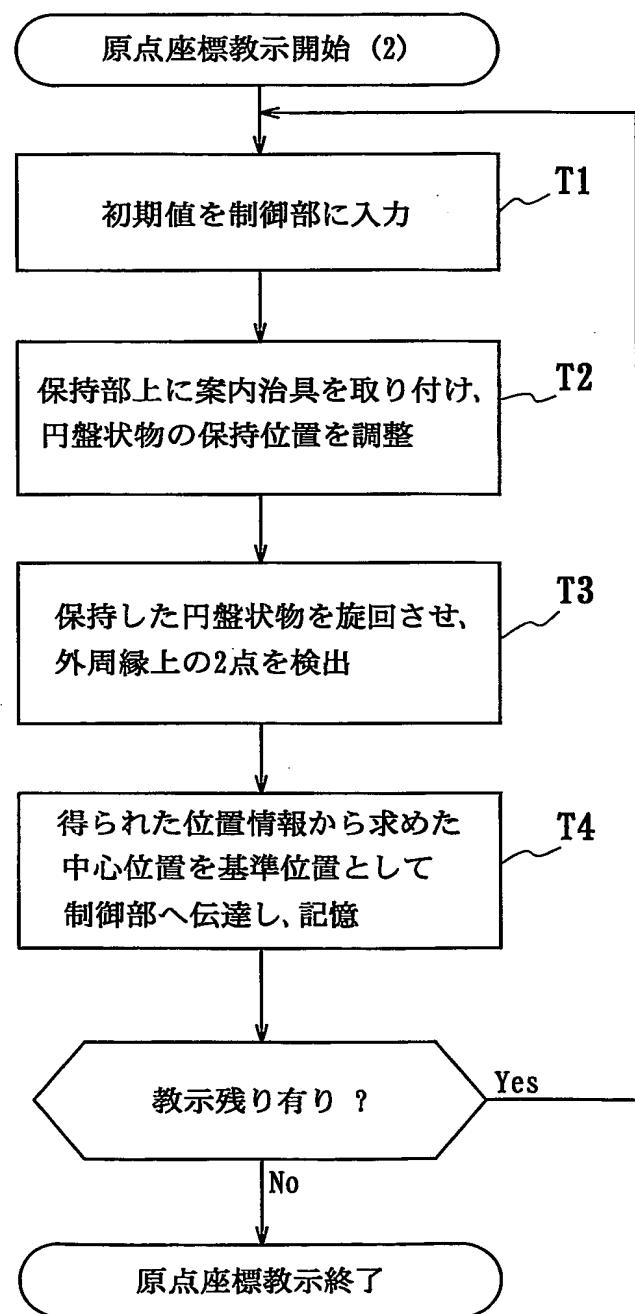


FIG. 15

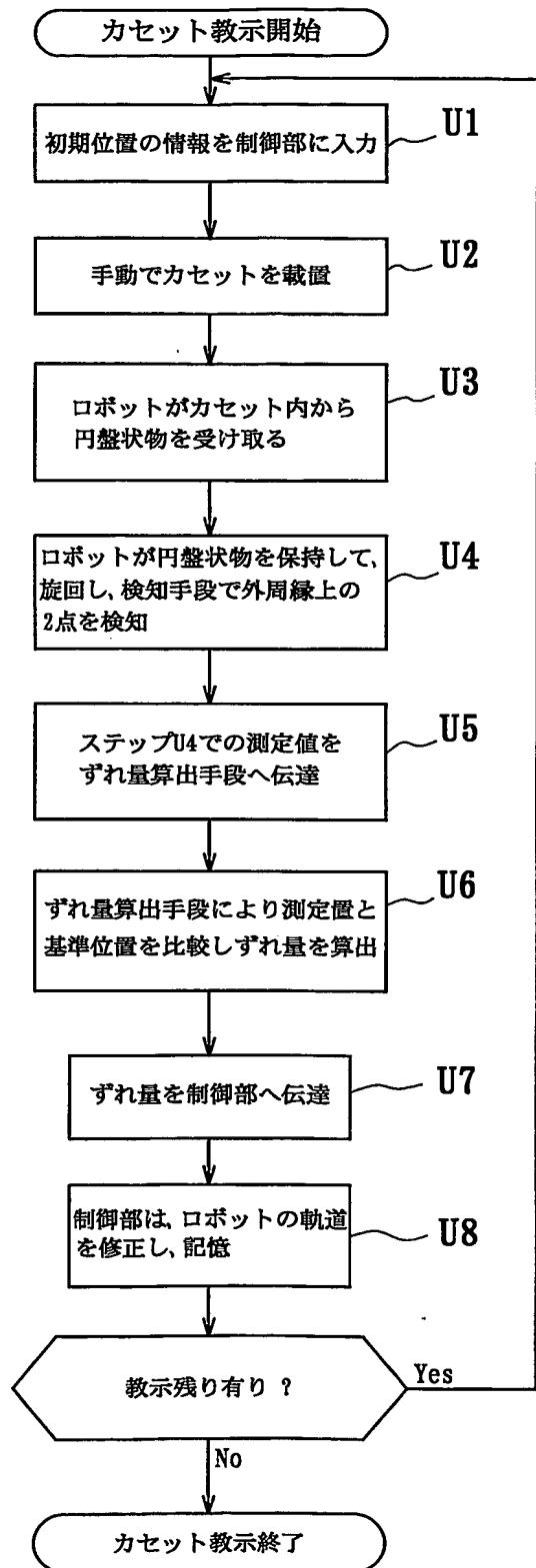


FIG. 16

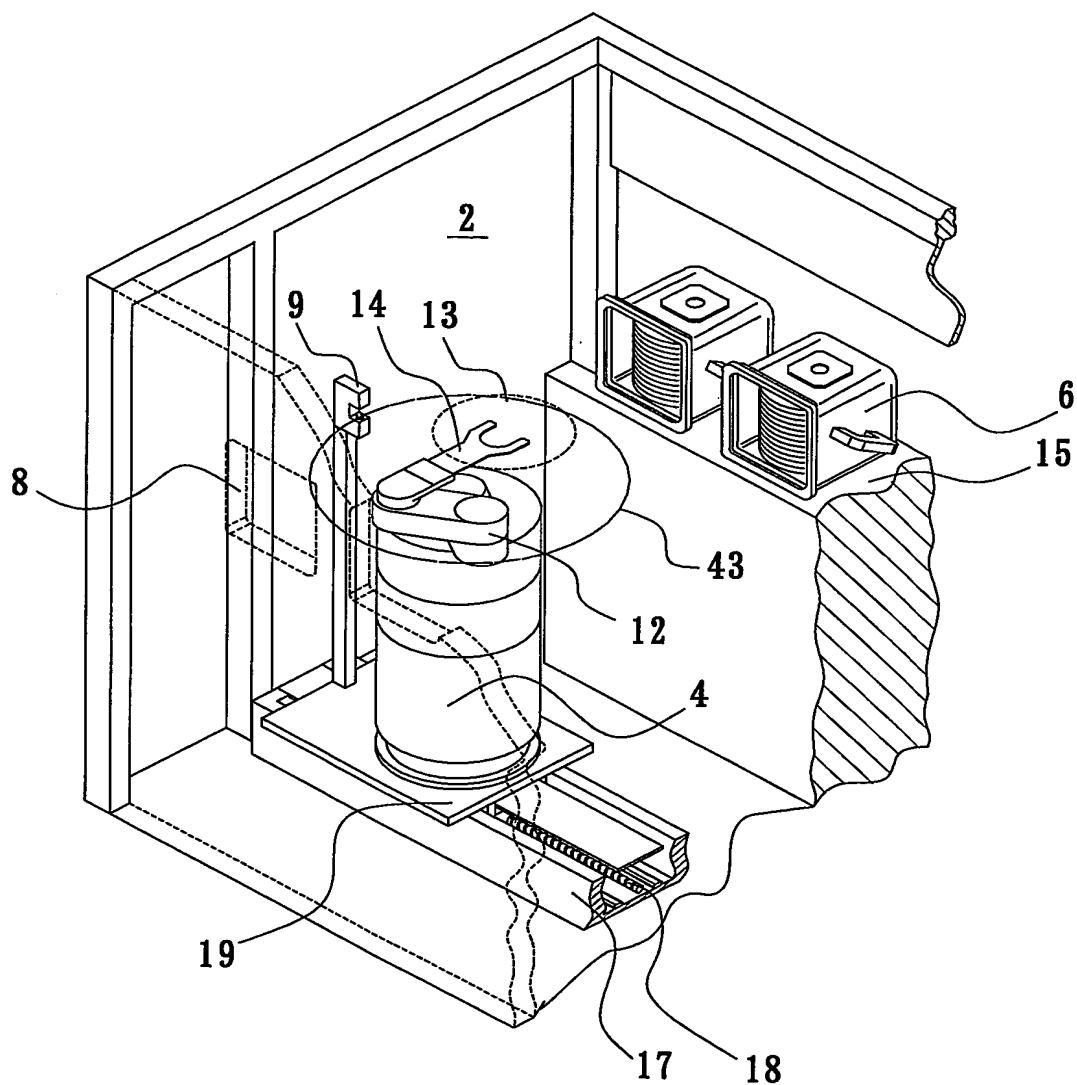


FIG. 17

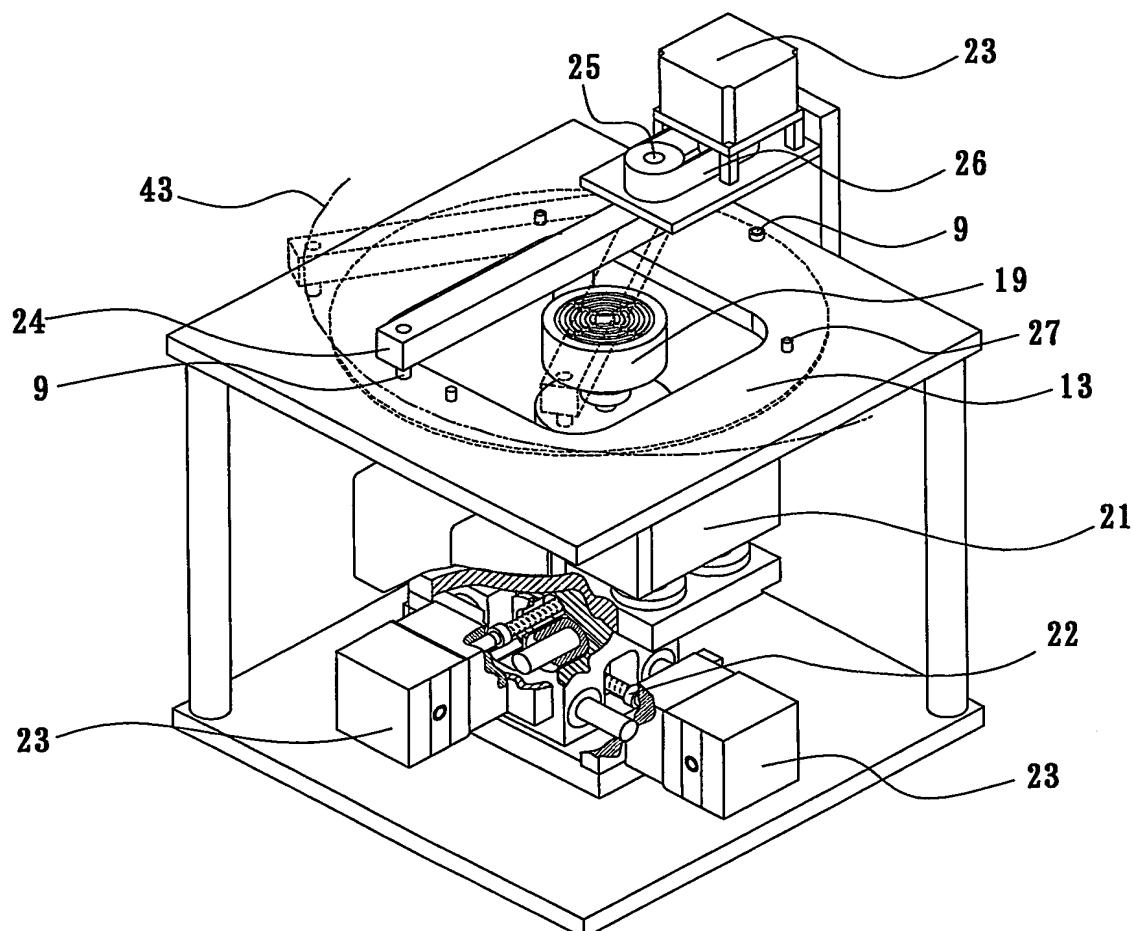


FIG. 18

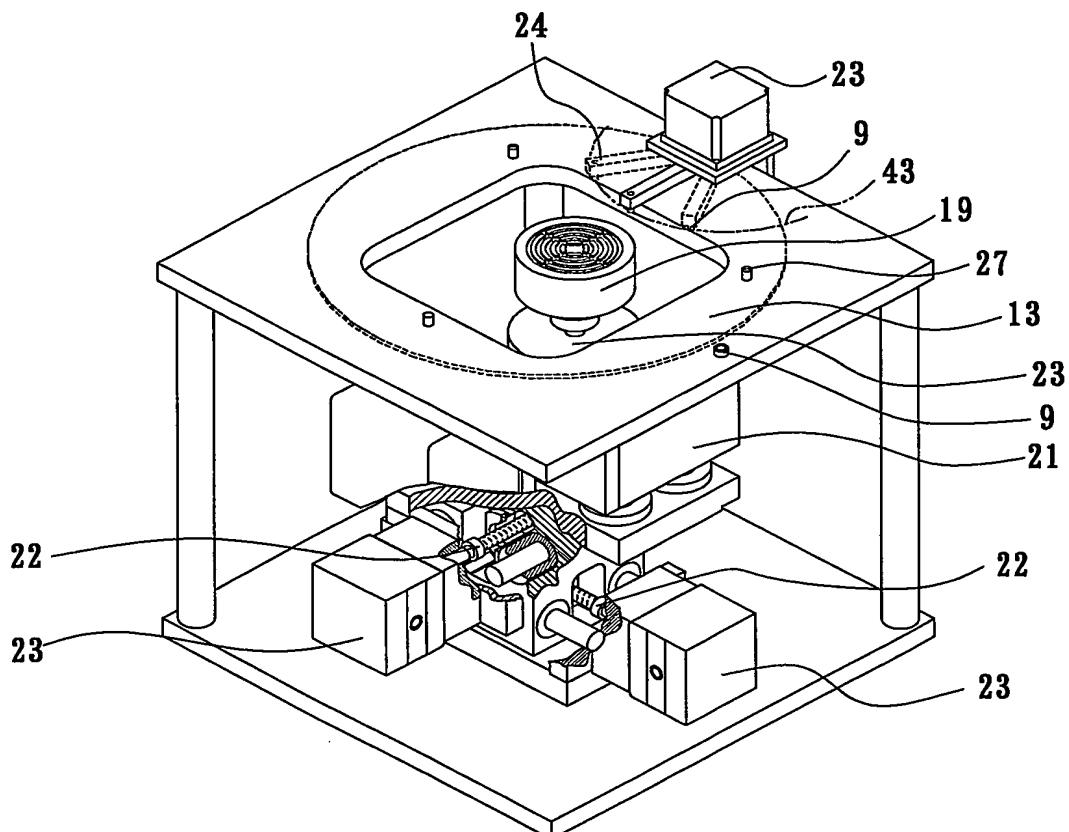


FIG. 19

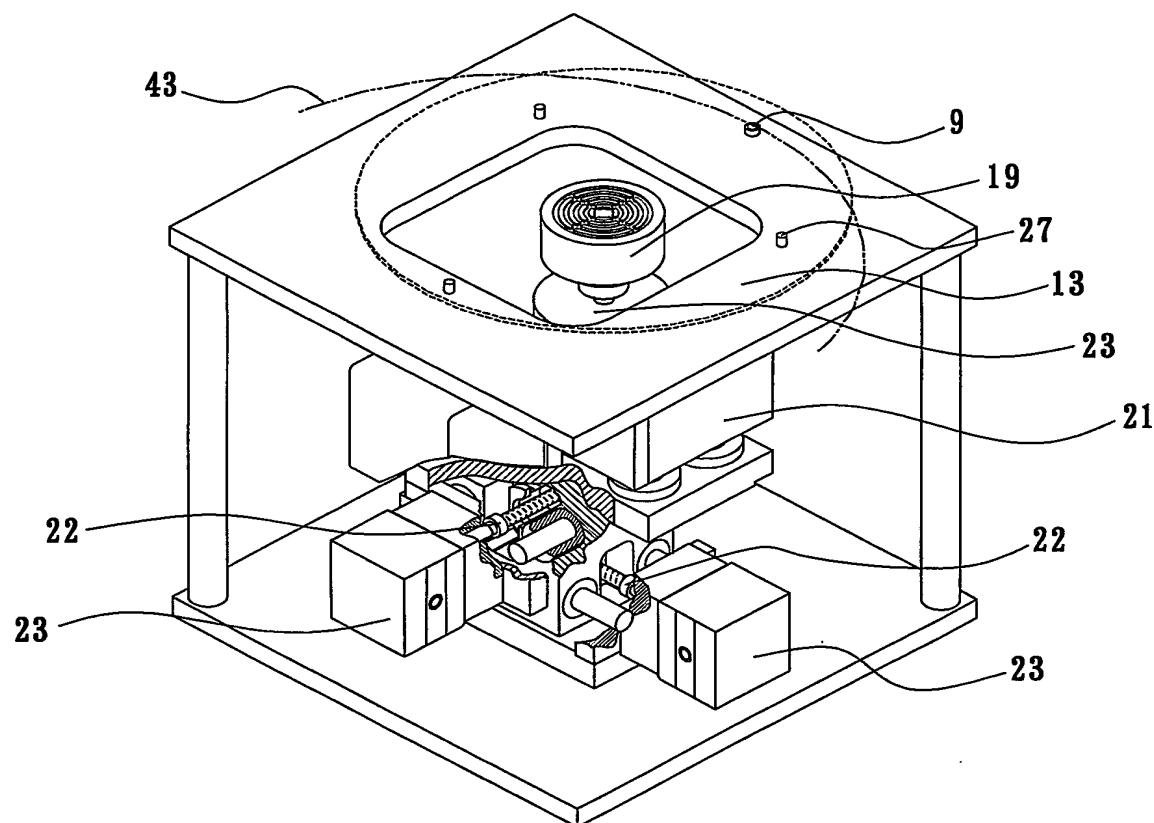


FIG. 20

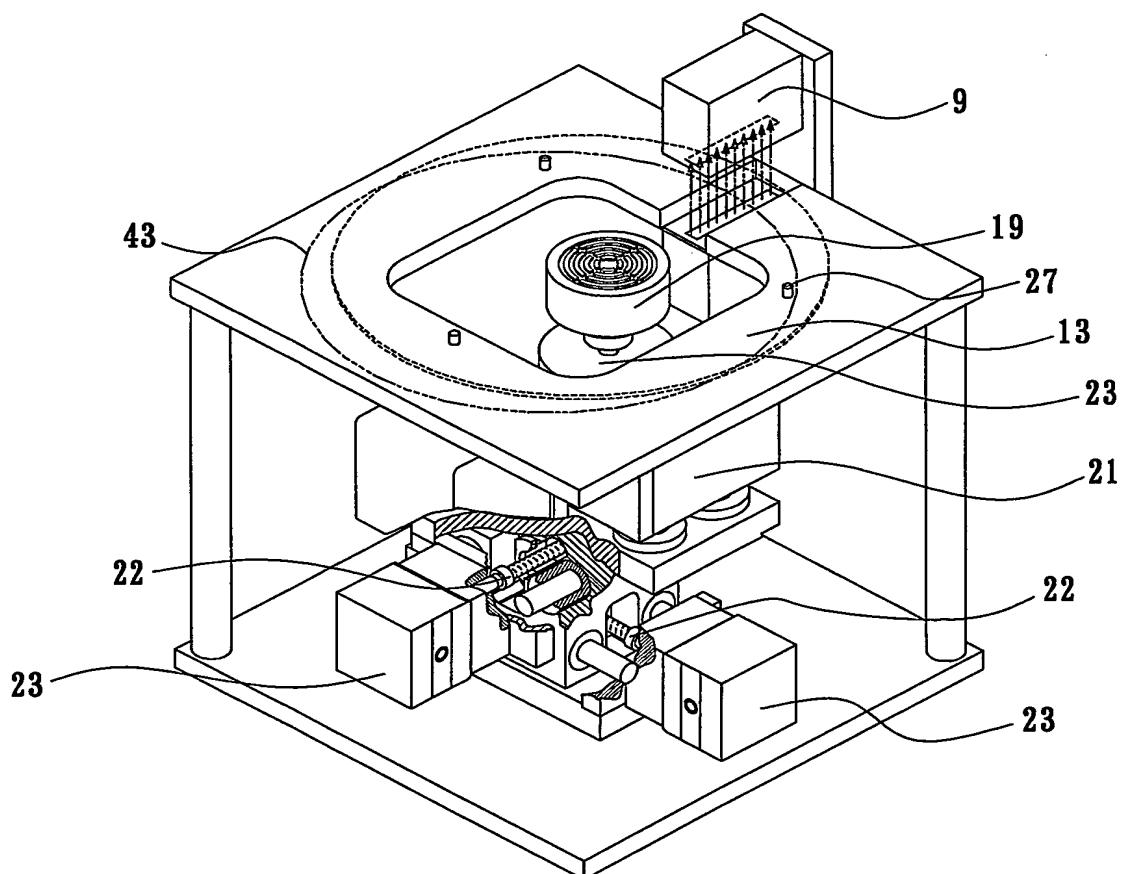


FIG. 21

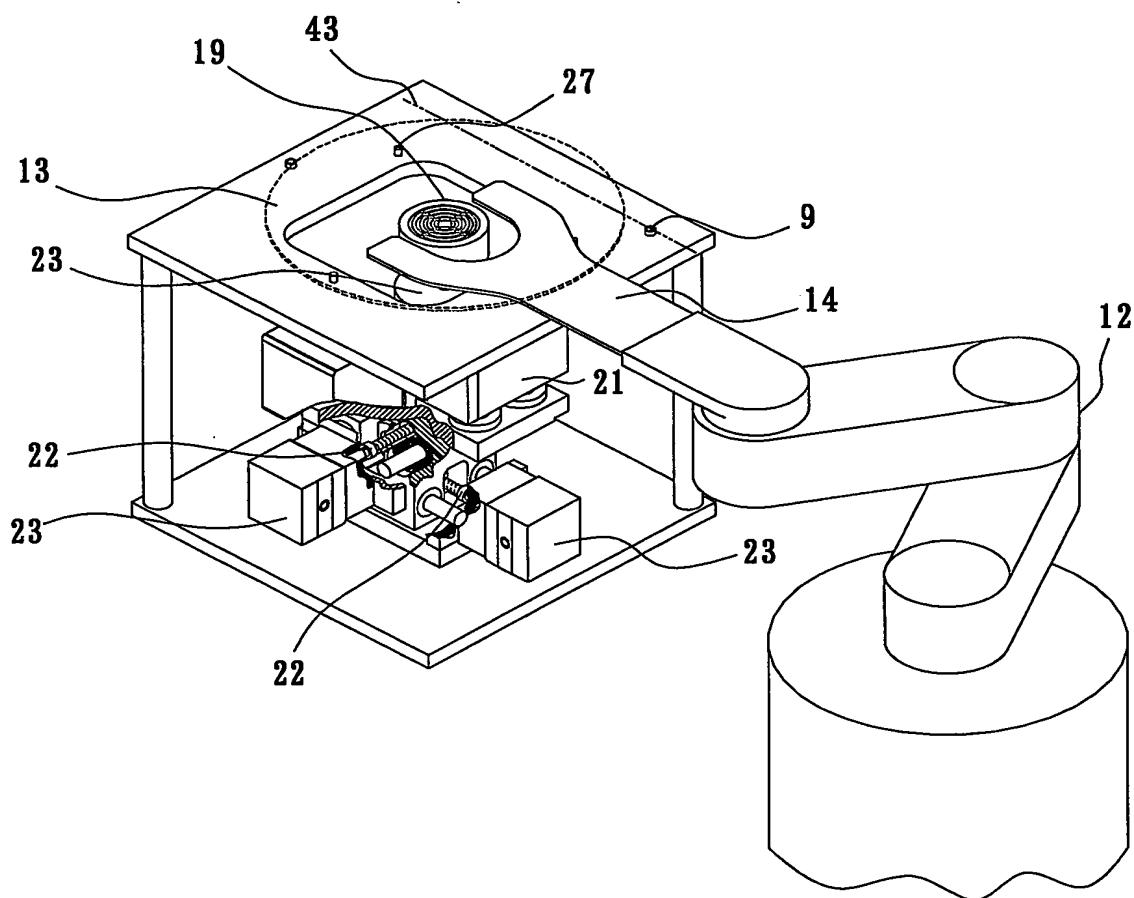


FIG. 22

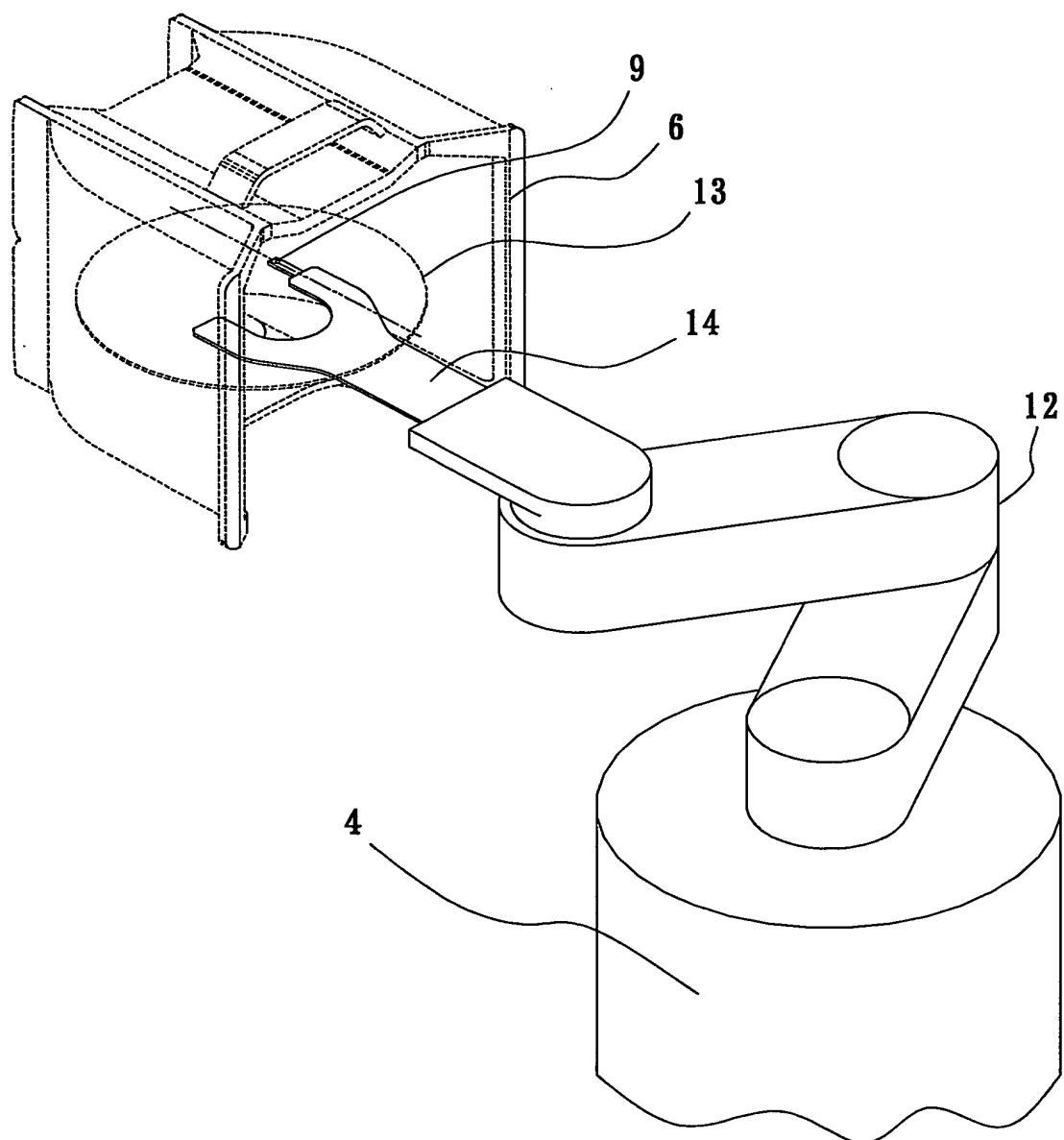


FIG. 23

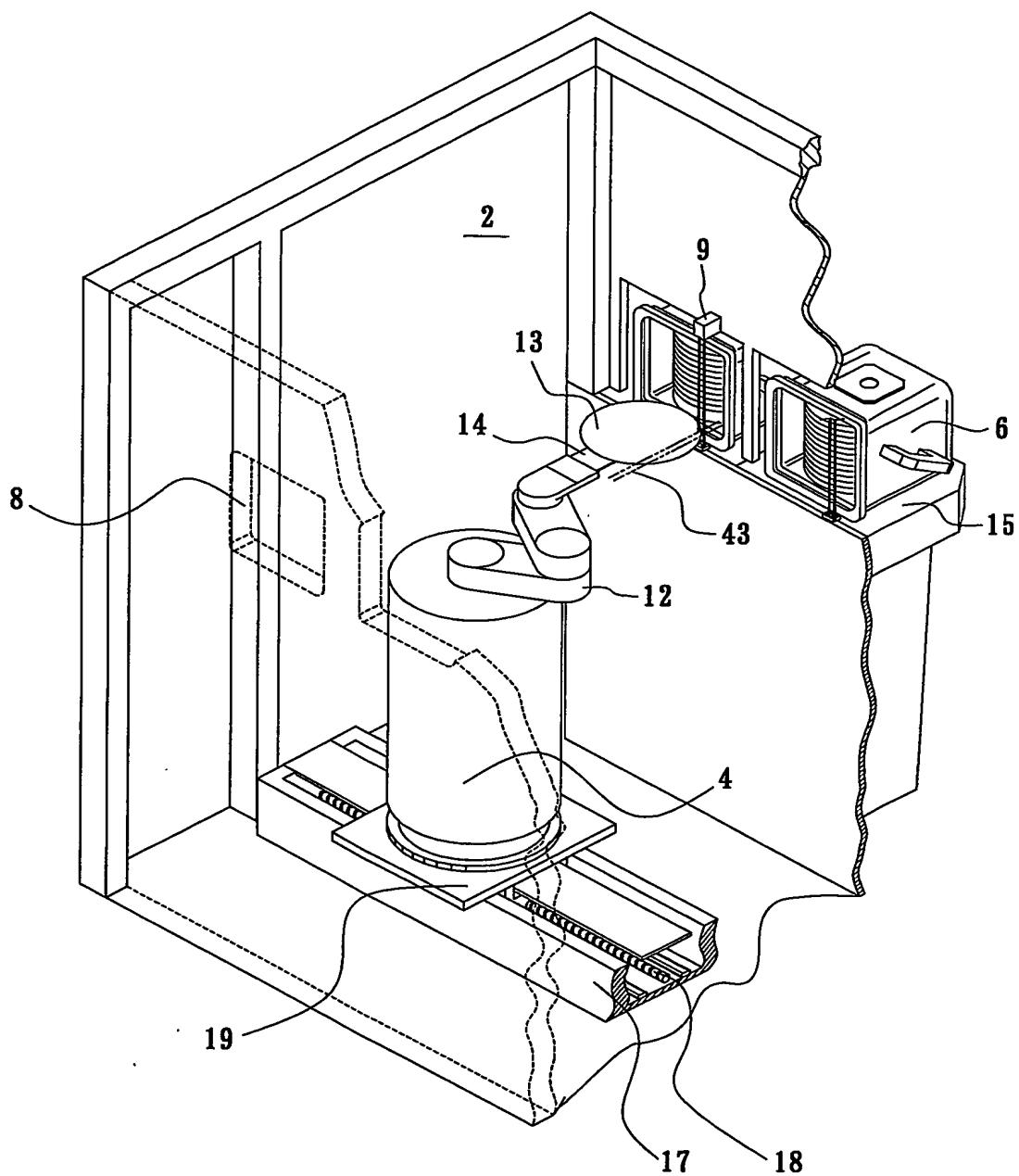


FIG. 24

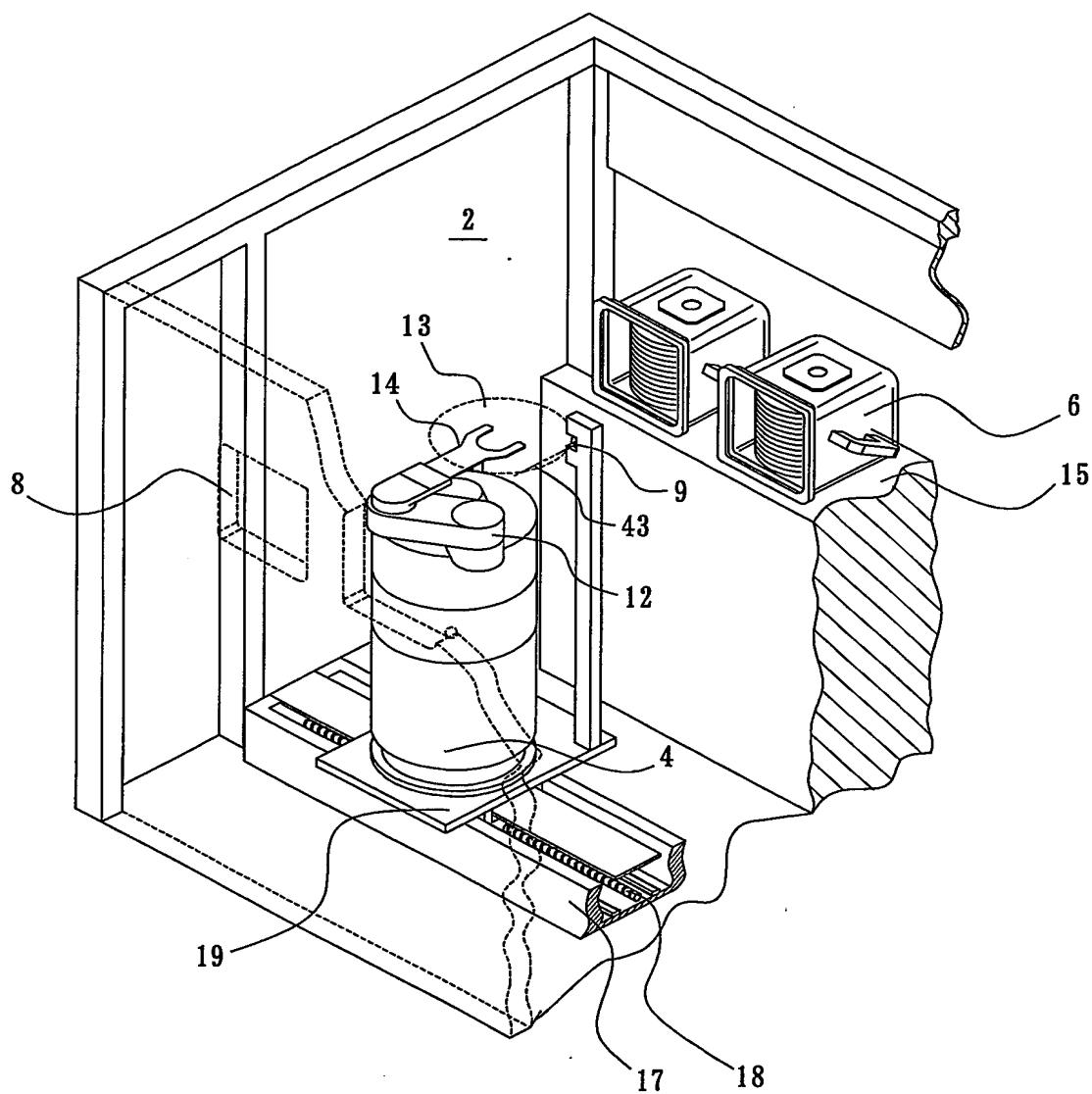


FIG. 25

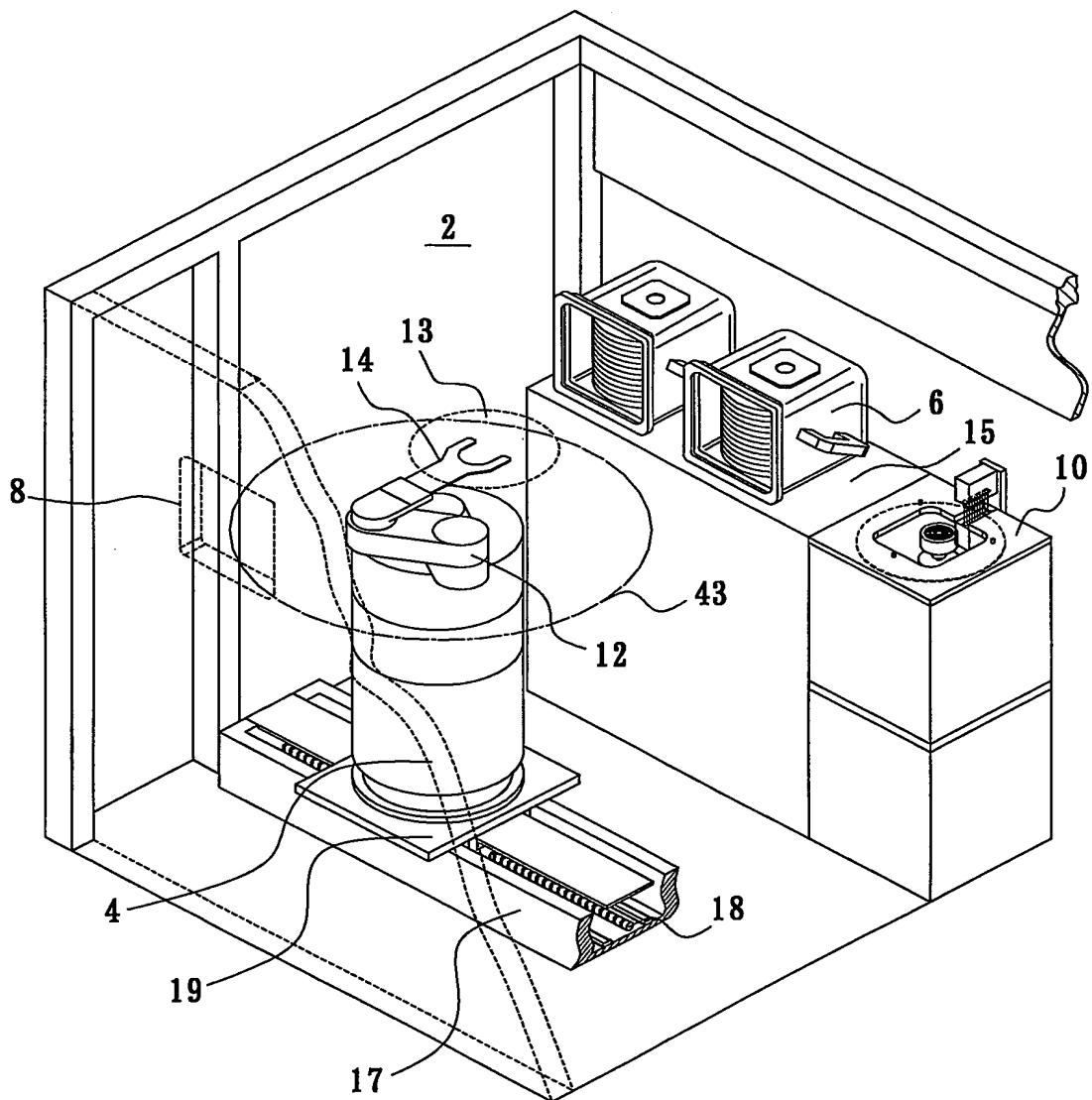


FIG. 26

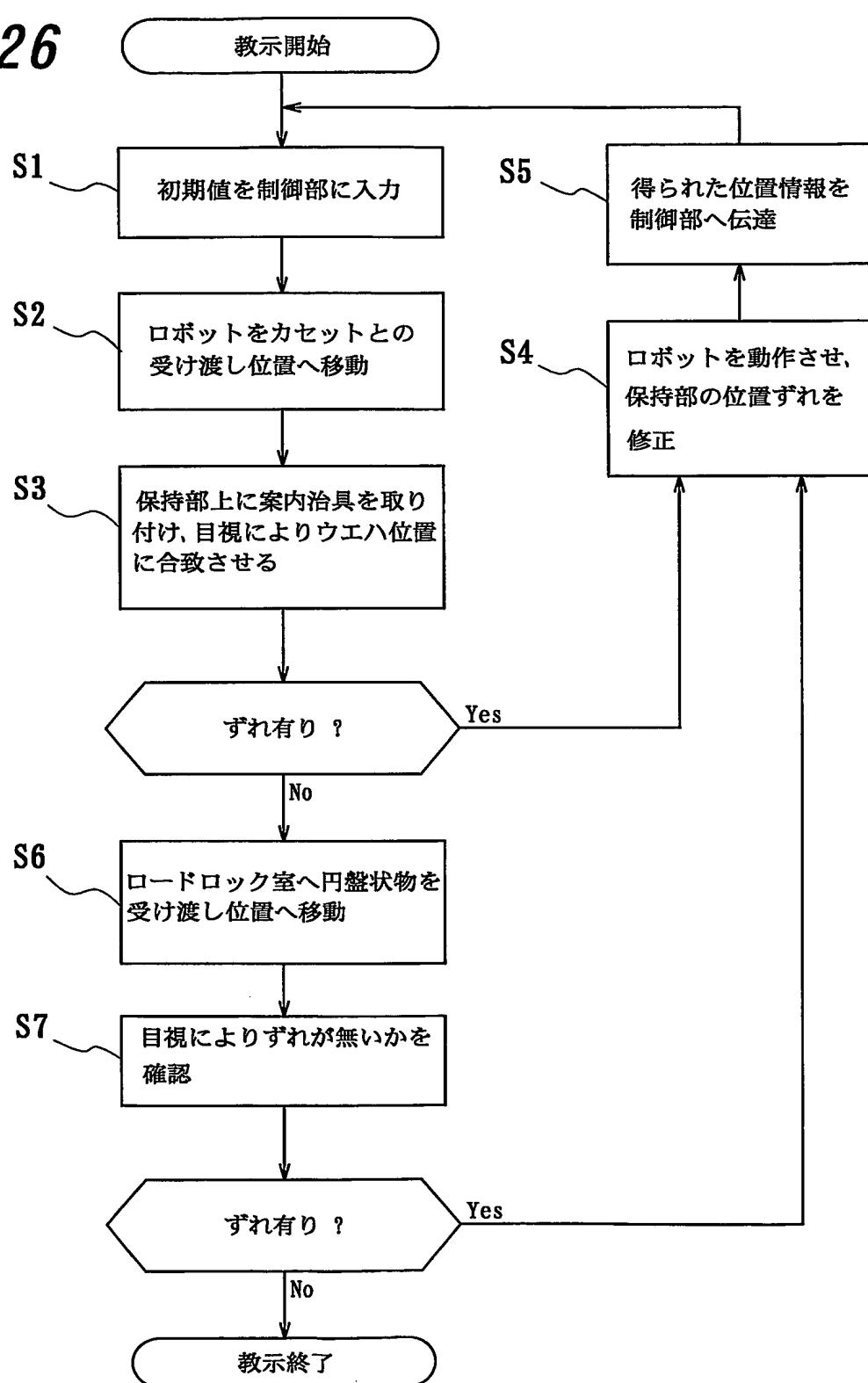


FIG. 27

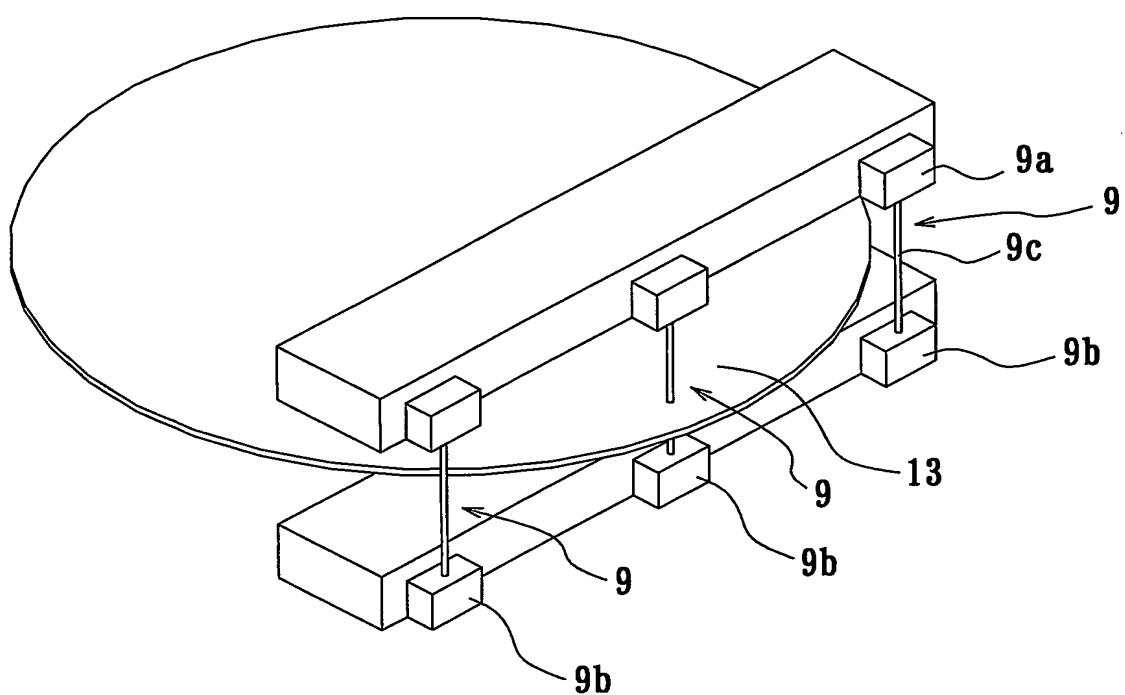


FIG. 28

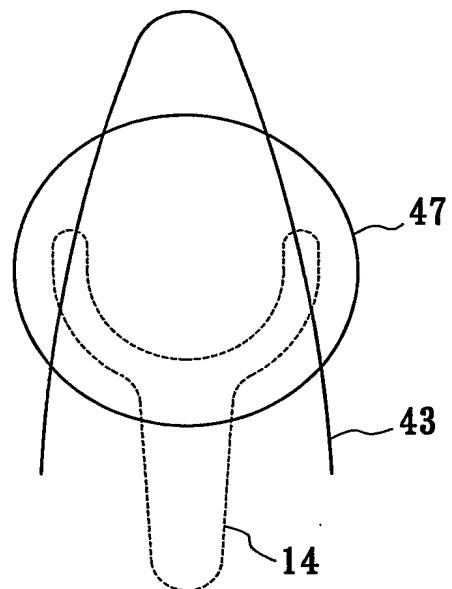


FIG. 29

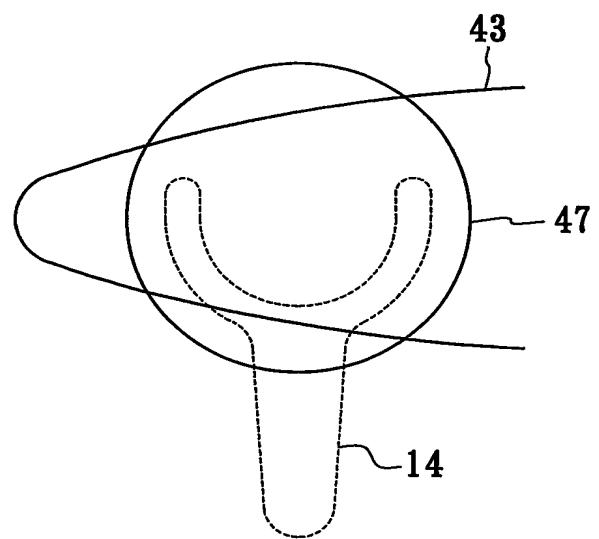


FIG. 30

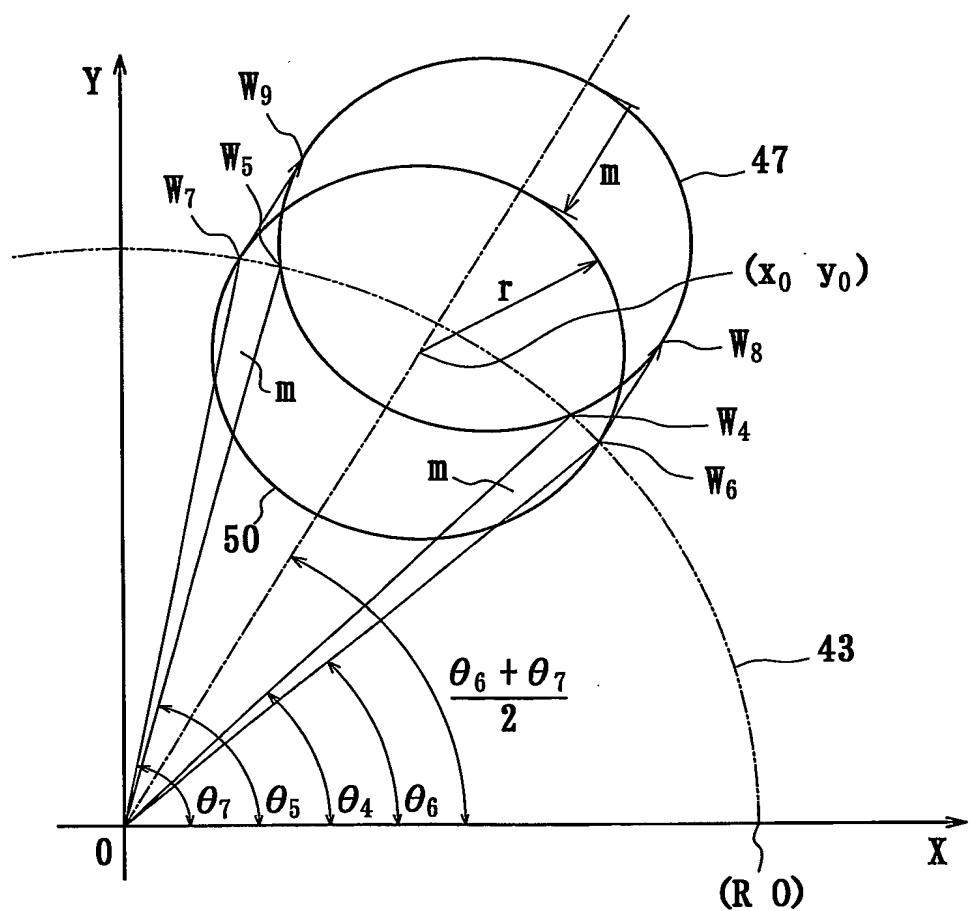


FIG. 31

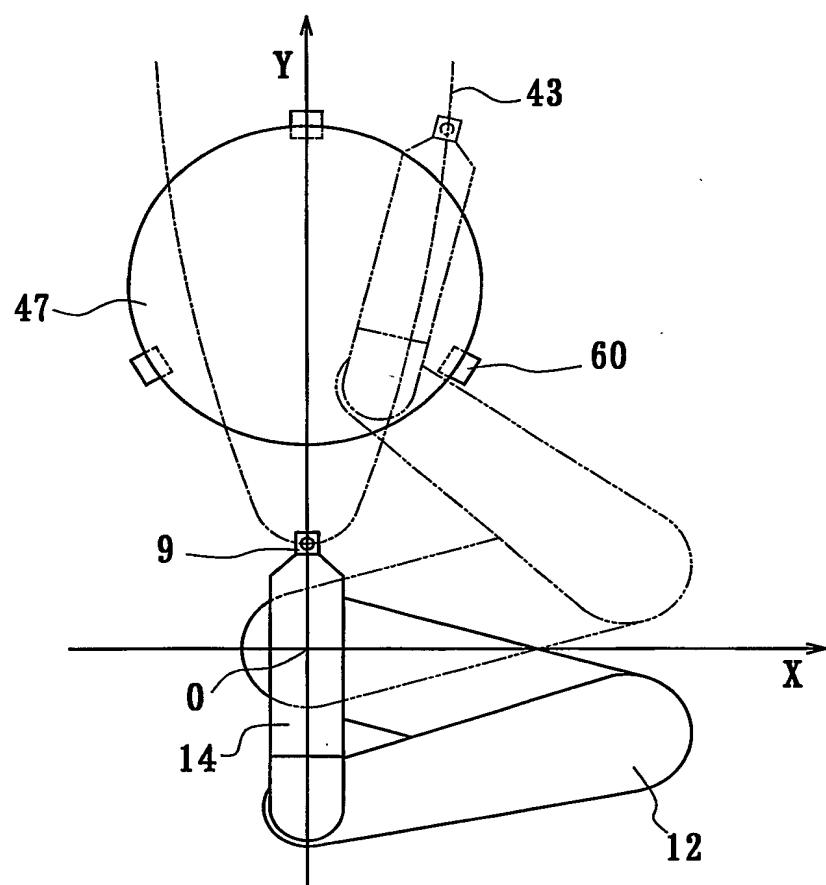


FIG. 32A

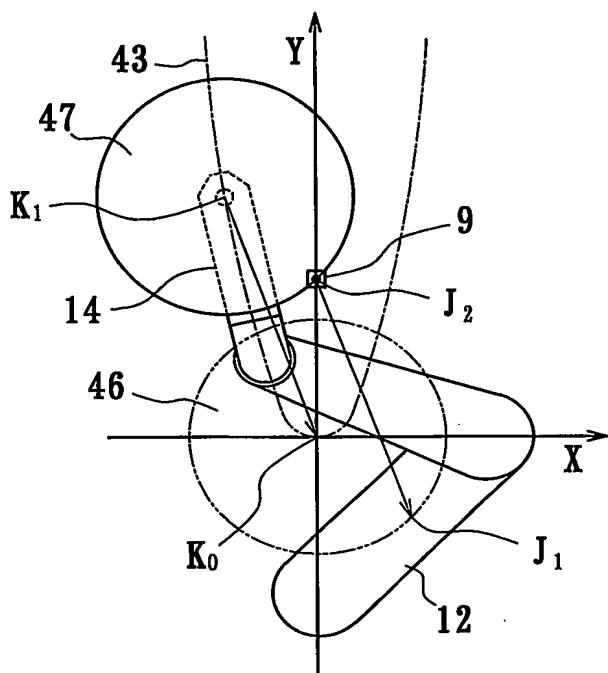
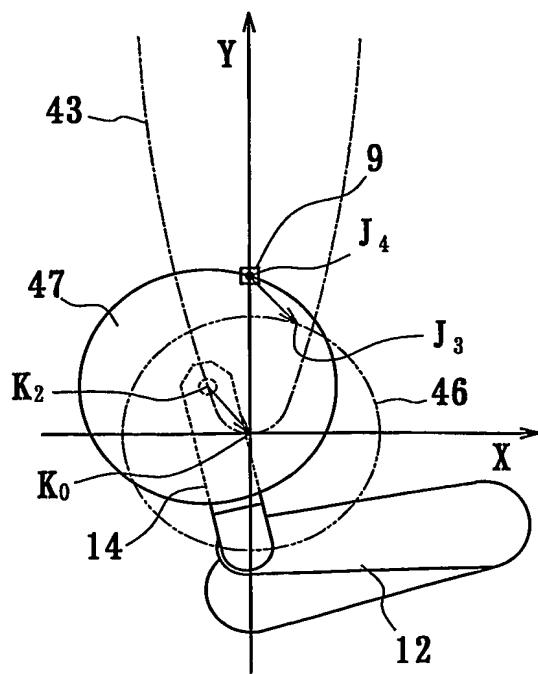


FIG. 32B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/00381

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B25J9/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B25J1/00-21/02, H01L21/68

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 6-72513 A (Tokyo Electron Tohoku Ltd.), 15 March, 1994 (15.03.94),	1-3, 5-9, 11, 12
A	Par. Nos. [0012] to [0061]; Fig. 10 (Family: none)	4, 10, 13-36
Y	JP 10-223732 A (Toyota Industries Corp.), 21 August, 1998 (21.08.98),	1-3, 5-9, 11, 12
A	Par. Nos. [0018] to [0058]; Figs. 4, 6 (Family: none)	4, 10, 13-36
X	JP 2001-264015 A (Nikon Corp.), 26 September, 2001 (26.09.01),	18, 22, 27, 31
Y	Par. Nos. [0029] to [0102]; Fig. 5 (Family: none)	19-21, 23-26, 28-30, 32-36
A		1-17

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 April, 2003 (21.04.03)Date of mailing of the international search report
06 May, 2003 (06.05.03)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/00381

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-74330 A (Hitachi Techno Engineering Co., Ltd.), 16 March, 1999 (16.03.99), Par. Nos. [0009] to [0033]; Figs. 2, 3 (Family: none)	19-21, 23-26, 28-30, 32-36 1-17
P,A	JP 2002-319612 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 31 October, 2002 (31.10.02), Full text; Fig. 7 (Family: none)	13-17
A	JP 2000-68359 A (Hitachi Techno Engineering Co., Ltd.), 03 March, 2000 (03.03.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-36
A	JP 1-132132 A (Tokyo Electron Ltd.), 24 May, 1989 (24.05.89), Full text; all drawings (Family: none)	1-36

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. 7 B25J 9/22

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. 7 B25J 1/00-21/02 H01L 21/68

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 6-72513 A (東京エレクトロン東北株式会社), 1994. 03. 15, 段落【0012】-【0061】、図10 (ファミリーなし)	1-3, 5-9, 11, 12 4, 10, 13-36
Y A	JP 10-223732 A (株式会社豊田自動織機製作所), 1998. 08. 21, 段落【0018】-【0058】、図4, 図6 (ファミリーなし)	1-3, 5-9, 11, 12 4, 10, 13-36
X Y	JP 2001-264015 A (株式会社ニコン), 2001. 09. 26, 段落【0029】-【0102】、図5 (ファミリー)	18, 22, 27, 31 19-21, 23-26,

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
21. 04. 03

国際調査報告の発送日

06.05.03

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
所村 美和



3C 3118

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	なし	28-30, 32-36 1-17
Y	JP 11-74330 A (日立テクノエンジニアリング株式会社), 1999. 03. 16, 段落【0009】-【0033】, A 図2, 図3 (ファミリーなし)	19-21, 23-26, 28-30, 32-36 1-17
PA	JP 2002-319612 A (信越半導体株式会社), 2002. 10. 31, 全文, 図7 (ファミリーなし)	13-17
A	JP 2000-68359 A (日立テクノエンジニアリング株式会社), 2000. 03. 03, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-36
A	JP 1-132132 A (東京エレクトロン株式会社), 1989. 05. 24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-36